

С. М. Бабійчук,
О. В. Томченко

СПЕЦІАЛІЗОВАНІ КУРСИ З ОСНОВ ДЗЗ ДЛЯ ОСВІТЯН СИСТЕМИ МАЛОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ

Анотація. У статті йдеться про передумови та результати проведення перших в Україні курсів підвищення кваліфікації педагогічних працівників з основ дистанційного зондування Землі — «Основи дистанційного зондування Землі: історія та практичне застосування», організованих лабораторією геоінформаційних систем та дистанційного зондування Землі Національного центру «Мала академія наук України». Мала академія наук України як система позашкільної освіти займається розробкою та впровадженням методів наукової освіти. На сьогодні в МАНУ навчається понад 250 000 учнів, які працюють у 64 наукових напрямках. У 2018 році Мала академія наук України отримала статус науково-освітнього центру другої категорії під егідою ЮНЕСКО та приєдналася до мережі Академії «Soroptimus». Науковці Малої академії наук України займаються питаннями впровадження аналізу супутникових знімків в освітній процес понад десять років. Одним із результатів цієї діяльності є курси підвищення кваліфікації педагогічних працівників. Зокрема, у цій статті описано досвід проведення таких курсів у режимі онлайн навесні 2021 року. Взяти участь у підвищенні кваліфікації могли усі охочі освітяни. Слухачами курсів стали 21 педагогічний працівник з 11 областей України. Більшість є спеціалістами в галузі географії, також були фахівці з екології, біології, хімії, фізики, інформатики тощо. Окрім цього, у навчанні взяли участь чотири доценти і два професори закладів вищої освіти та один кандидат географічних наук. За статтю зареєстровані учасники розділилися таким чином: 66,6 % — жіночої статі, 33,3 % — чоловічої. Ефективність курсу оцінено на підставі відповідей учасників, наданих у ході двох анкетувань та підсумкового інтерв'ю. У статті окреслено етапи організації спецкурсу, їх тематику та інструментарій, на базі якого побудовані лекційні та практичні заняття. Зокрема, здійснено огляд використаних ресурсів — EO Browser, ArcGIS Online, Google Планета Земля тощо. Більш розгорнуто описано одну з практичних робіт спецкурсу на тему дослідження стану водних об'єктів в EO Browser.

Ключові слова: спецкурси з основ ДЗЗ, Мала академія наук України, лабораторія «ГІС та ДЗЗ», аналіз супутникових знімків.

Постановка проблеми. Одним із напрямів наукової освіти, який активно розвивається в Малій академії наук України (далі — МАНУ), є дистанційне зондування Землі (далі — ДЗЗ) та геоінформаційні системи (далі — ГІС), що зумовлено гострою потребою впровадити методи аналізу супутникових знімків не лише в дослідницькі роботи, а й у освітній процес

загалом. Оскільки, з одного боку, учні вже безпосередньо та опосередковано використовують у повсякденному житті результати аналізу супутникових знімків та їх обробки в геоінформаційних системах (електронні карти для визначення оптимального маршруту, онлайн-ресурси з аналізу актуальної екологічної ситуації свого населеного пункту, Google Earth тощо), а з іншого, сучасні дослідження в галузі наук про Землю вже практично неможливо уявити без

аналізу інформації із штучних супутників Землі. Тому виникла потреба розробити курси підвищення кваліфікації педагогічних кадрів МАНУ, які працюють у галузі природничих дисциплін. З цією метою лабораторія «ГІС та ДЗЗ» Національного центру «Мала академія наук України» навесні 2021 року організувала в дистанційному форматі одні з перших в Україні спецкурси для педагогічних працівників «Основи дистанційного зондування Землі: історія та практичне застосування» [1]. У цій статті наведено результати ефективності проведеного спецкурсу та основні його складові.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Однією з перших згадок про важливість застосування супутникового моніторингу Землі в освітньому процесі можна вважати наукову статтю «Remote Sensing in Secondary School Geography: the Place of Landsat MSS», опубліковану в журналі «Geography» за 1985 рік [2]. Її автори дійшли висновку, що, незважаючи на широкі можливості застосування супутникових знімків Landsat в освітньому процесі шкіл Великої Британії, це впровадження відбувається повільно. Проте використання супутникового моніторингу під час вивчення кількох курсів географії продемонструвало позитивний вплив на освітні результати, особливо під час створення карт та дослідження природних феноменів. У статті зазначено п'ять аргументів на користь застосування даних супутникового моніторингу Землі в освітньому процесі шкіл:

1. Учні позитивно сприймають використання супутникових знімків у навчанні, особливо у дослідженні знайомих їм територій.

2. Малий масштаб знімка дає можливість широко вивчати регіональні зв'язки. Це стосується як окремих узагальнених тем (пустелі, льодовики тощо), так і територій (Африка, Південна Америка та ін.).

3. Landsat може робити знімки однієї й тієї самої території через певний період, завдяки чому учні можуть їх порівнювати і досліджувати зміни, що відбуваються на земній поверхні.

4. Оскільки дані із супутникового знімка Landsat — у цифровому або растровому форматі, то можна створювати та оновлювати просторово прив'язану інформацію у вигляді архівів.

5. Дрібномасштабні супутникові знімки в освітньому процесі можна порівнювати з паперовими картами, планами, атласами тощо.

У статті [2] представлено 8 можливих ресурсів, що містять знімки Landsat, які можуть бути використані в освітньому процесі, зокрема: підручники, атласи, набори слайдів, пакети супутникових зображень, відеофільми, постери, календарі та оригінальні негативи.

Застосування супутникових технологій в освітньому процесі шкіл Німеччини — проект FIS

FIS — це німецька аббревіатура повної назви проекту «Дистанційне зондування в школах» («Fernerkundung in Schulen»). Реалізацією ідей проекту FIS опікується Географічний інститут Боннського університету спільно із закладами загальної середньої освіти, за фінансування Німецького аерокосмічного центру (DLR) та Федерального міністерства економіки та технологій Німеччини (BMWi). Задля найбільш комфортного та результативного впровадження ДЗЗ у шкільну освіту в межах програми FIS розроблено цифрові навчальні матеріали, які можна використовувати без встановлення програм на свій ПК, зокрема на базі функціоналу Flash plug-in [3]. На офіційному сайті проекту представлено детально розроблені заняття для школи з біології, географії, комп'ютерних наук, математики та фізики, де використано інформацію із супутникових знімків. Загалом Німеччина досягла значних успіхів у впровадженні ДЗЗ в освітній процес [4–7].

Досвід Польщі — проект «Colors of Earth»

У статті «Interdisciplinary Teaching Using Satellite Images as a Way to Introduce Remote Sensing in Secondary School» польських науковців з Медичного коледжу Ягеллонського університету та Центру космічних досліджень Польської академії наук описано проект «Colors of Earth» [8], що об'єднав знання з різних предметів та надав можливість продемонструвати їх практичне застосування. Освітній зміст проекту безпосередньо пов'язаний з основними шкільними навчальними програмами, зокрема з географії (аналіз земельного покриву навколо школи), фізики (електромагнітні хвилі), інформаційно-комунікаційних технологій (використання цифрових даних та програмного забезпечення) та біології (органи зору людини). До цього проекту було залучено 39 викладачів середніх шкіл та 184 школярі (К-9 та К-10) протягом літнього семестру 2019/2020 навчального

року. Вчителі, які брали участь у проєкті, викладали такі предмети: географію (9), біологію (8), хімію (4), фізику (9), математику (5) та інформатику (4). З огляду на обмеження, зумовлені пандемією COVID-19, освітня діяльність проводилася дистанційно з використанням мережі Інтернет. Усі залучені до проєкту мали можливість заздалегідь отримати доступ до підготовлених даних та програмного забезпечення. Усі учасники були волонтерами з різних польських шкіл. Після завершення навчання було проведено опитування викладачів та студентів щодо проєкту, в ході якого вчителі дали відповіді на чотири основні запитання.

1. Яка ваша думка щодо проєкту? Думаєте, це може бути цікаво учням у школі?

2. Як ви вважаєте, чи можна реалізувати цей проєкт у школі? На які труднощі при цьому ви очікуєте?

3. Які, на вашу думку, переваги та недоліки проєкту?

4. Чи можуть такі типи проєктів вплинути на інтереси учнів та їх подальший вибір у навчанні?

Щодо першого запитання 92 % вчителів зауважили, що проєкт був цікавим і може бути цікавим для подальшого масштабування в освітніх закладах. Стосовно другого питання усі викладачі погодились, що проєкт можна або навіть слід імплементувати у школі. Однак майже половина опитаних вважає доцільним його використання під час додаткових занять, а не звичайних уроків. Загалом 15 педагогів зазначили, що наявність комп'ютера може бути проблемою, особливо коли весь клас буде працювати. Чверть респондентів висловили стурбованість тим, що їм доведеться витратити багато часу на підготовку до опанування програмного забезпечення. Вони припустили, що підготовка детальних інструкцій для учнів заздалегідь зробить їхню роботу простішою та комфортнішою. Відповіді на третє запитання розділилися таким чином: позитивними сторонами проєкту, на думку учасників, є можливості працювати з реальними даними (87 %), коригувати проєкт відповідно до регіонів та інтересів (79 %), створити власний колір карти (64 %) та поєднувати знання з різних предметів (49 %). Цікаво, що кілька (18 %) вчителів відзначили останній момент як складність проєкту. Запит про додаткові освітні матеріали для себе був найпоширенішим недоліком проєкту, про який

згадували 64 % вчителів. Щодо останнього запитання, про ймовірний вплив таких проєктів на вибір учнями майбутньої кар'єри та напрямів навчання, 24 учителі висловили припущення, що це може залежати від профілю класу та предметів, з якими слухачі прагнуть поєднати свою кар'єру. Такий проєкт, на думку викладачів, нічого не змінить для студента, який приєднався до біологічно-хімічного класу з наміром у майбутньому вивчати медицину, але може щось змінити для решти класу. Це особливо слушно, оскільки старшокласники знають лише кілька популярних професій, таких як будівельник, архітектор або геодезист, і не знають про багато інших. Найповніша відповідь на це запитання надійшла від учителя математики: «Нам обов'язково потрібно розширити кругозір учнів. Вони зазвичай замислюються про те, щоб навчатись звичних професій, адже знають лише деякі з найпопулярніших галузей. Будь-яка діяльність, як ця, показує їм щось нове і може надихнути хоча б декого з учнів. Звісно, не кожен пов'яже майбутню професію з дистанційним зондуванням Землі, але кожен побачить, що воно існує, а це вже багато» [8].

Міжнародний проєкт «YCHANGE»

Міжнародний проєкт «YCHANGE» (Young Scientists as Change Explorers — Students Evaluating Environmental Change in Europe with Digital Space Technologies) мав на меті підвищити компетентність учителів та учнів у роботі із супутниковими знімками, а також допомогти учням використовувати супутникові знімки, щоб дізнатися про взаємодію людини з навколишнім середовищем та навчити моніторити його зміни. У цьому дворічному проєкті спільно працювали дослідники з Талліннського університету (Естонія), Карлового університету в Празі (Чехія), Гайдельберзького університету освіти (Німеччина) та Школи освіти FHNW (Швейцарія). Вагома частина питань, на які мала дати відповіді участь у проєкті «YCHANGE», стосувалася самооцінки компетентностей вчителів з різних країн. Зокрема, якими компетентностями володіють учителі перед початком навчання, з їхньої точки зору. Чи впливає на рівень розвитку компетентностей те, з якої країни учасники проєкту і якою мовою розмовляють (зокрема, у швейцарських кантонах). Чи вплинула участь у проєкті на їх

оцінку власних компетентностей у галузі ДЗЗ. Як вчителі бачать навчальну програму, приклади проєктів, учнівські проєкти, вебплатформу та ефективність освітнього процесу із застосуванням даних ДЗЗ? Більшість учасників з усіх країн, що брали участь у проєкті, зазначили, що вони не знали нічого або майже нічого про можливість застосування супутникових знімків в освітньому процесі. Компетентність учасників щодо аналізу екологічних змін була в середньому низькою, незважаючи на те, що зміни навколишнього середовища є центральною частиною географічної освіти. Проте неочікувані цифри щодо самооцінки компетентностей організатори отримали після курсів для вчителів. Зокрема, деякі учасники зі Швейцарії фактично повідомили про зниження рівня своїх компетентностей у галузі ДЗЗ після тренінгового заходу порівняно з тим, як вони оцінювали їх до початку проєкту. Можливо, це відбулося внаслідок усвідомлення масштабності можливостей ДЗЗ, про які педагоги дізналися власне з тренінгу. У Німеччині 100 % вчителів вважали, що вони підвищили свій рівень компетентностей після освітнього курсу, 100 % респондентів вказали на покращення здатності самостійно використовувати супутникові знімки, 85,7 % — використовувати їх в освітньому процесі, яким опікуються, 100 % — аналізувати зміни навколишнього середовища. Також організатори проєкту аналізували відкриті коментарі учасників. Наприклад, один із них: «Google Планета Земля — це програмне забезпечення дуже цікаве, але я нічого не дізнався під час уроку про дистанційне зондування Землі», — свідчить про нерозуміння учасником проєкту, що в основу програми Google Планета Земля покладено аналіз супутникових знімків. Онлайн-опитувальники з деяких із цих курсів мають досить низьку потужність через невеликий розмір вибірки, але демонструють певне покращення щодо компетентностей, що оцінюються самостійно кожним вчителем. Загалом матеріали «YCHANGE» та навчальні заходи, схоже, були оцінені позитивно більшістю учасників проєкту [9].

Окрім цього, описано досвід використання дистанційного зондування як інструмента для викладання наукових тем у початкових (другому та третьому) класах у школах США [10]. Це дослідження показало, що для застосування

ДЗЗ в освіті надзвичайно важливо мати доступні адекватні та відповідні ресурси й дієве сприяння. Про ефективність використання ДЗЗ в освіті, зокрема при дослідженні наслідків змін клімату, свідчить також досвід Італії [11] та Греції [12–13].

Впровадження супутникових технологій у шкільній освіті України

В українській шкільній освіті напрям супутникового моніторингу Землі активно розвивається [14], зокрема в Малій академії наук України вже понад десять років. Кількість учнів та вчителів, зацікавлених в ознайомленні з можливостями аналізу супутникових знімків, зростає з кожним роком. У чотирьох регіональних відділеннях повноцінно функціонує секція «ГІС та ДЗЗ», де учні на безоплатній основі можуть системно вивчати основи ДЗЗ та ГІС у провідних фахівців [15]. Організовано міжнародні та всеукраїнські просвітницькі та навчальні заходи [16–17], щоб залучити та навчити охочих учнів. На постійній основі МАНУ проводить курси підвищення кваліфікації для вчителів природничого профілю, результати одного з яких ми докладно опишемо нижче.

Мета статті: навести приклад успішної реалізації спеціалізованих курсів із супутникових технологій для викладачів дисциплін природничого циклу із застосуванням новітніх ГІС/ДЗЗ-методик на прикладі спецкурсу «Основи дистанційного зондування Землі: історія та практичне застосування», організованого лабораторією «ГІС та ДЗЗ» МАНУ навесні 2021 року.

Виклад основного матеріалу.

Структура спецкурсу. Весняний спецкурс складався з 16 онлайн-занять, що включали теоретичні лекції та практичні завдання на основі ресурсів EO Browser, ArcGIS Online, Google Планета Земля тощо. Після проходження курсу учасники дізналися, як застосовувати космічні знімки сім'ї Sentinel та Landsat у різноматематичних дослідженнях, зокрема кліматичних, гідрологічних, лісових, сільськогосподарських тощо. Курс охоплював такі теми: виявлення наслідків пожежі, вулканічної активності, моніторинг стану водних об'єктів та забруднення атмосферного повітря, зміни сільськогосподарських угідь та втрати лісових ресурсів, дослідження антропогенного впливу на ландшафти під час видобування бурштину тощо.

Нижче наведено огляд використаних ресурсів.

EO Browser — безкоштовний хмарний інструмент для візуалізації та завантаження доступних знімків середньої і низької роздільної здатності з 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 та штучні кольори, NDVI і т. д.), синтез каналів, вимірювання площ, отримання статистичних даних у вигляді графіків і навіть деякі алгоритми автоматичної обробки даних та різноманітні програми коду (скрипти). Цей переглядач надає можливість створити свою бібліотеку знімків. Зареєстровані користувачі мають можливість експортувати результати обробки даних у файли з географічною прив'язкою і зберігати алгоритми обробки знімків.

Google Earth — це безкоштовна, вільно завантажувана програма компанії Google, що відображає віртуальний глобус, який вкривають супутникові знімки різної детальності. Деталізація зображень варіюється від 15 метрів для всієї планети (із супутника Landsat 8) до 15 сантиметрів аерофотозйомки для деяких міст, таких як Лас-Вегас, Невада, Кембридж. Наразі доступні дві спрощені версії додатка Google Планета Земля: для роботи в Інтернеті у вигляді вебпереглядача та для мобільних пристроїв, де можна подорожувати планетою на екрані телефона чи планшета. Але найбільш корисною для користувачів, яким потрібні додаткові функції, є розширена версія Google Earth Pro для комп'ютера, що дає можливість імпортувати й експортувати дані ГІС та подорожувати в минуле завдяки історичним зображенням.

Інтернет-сервіс ArcGIS online дає змогу створювати інтерактивні вебкарти, картографічні вебсервіси, блоки, історії, а також використовувати готові до роботи ресурси, публікувати картографічні сервіси, здійснювати просторовий аналіз, поширювати дані й отримувати доступ до карт з будь-якого пристрою.

Організація спецкурсу передбачала такі етапи:

- проведення відкритого інформативного (рекламного) вебінару про спецкурс за місяць до початку навчання для інформування та заохочення майбутніх учасників;
- розсилка інформаційних листів — повідомлення про організацію спецкурсів;

- після закриття реєстрації проведення перших тестів для перевірки початкового рівня знань зареєстрованих учасників;
- безпосереднє проведення інтенсивного теоретично-практичного навчання в межах спецкурсу. Оцінювання успішності виконання самостійних практичних завдань на основі аналізу відповідей на поставлені у робочому зошиті запитання;
- підсумкова узагальнювальна конференція з представленням самостійних проєктів учасників спецкурсу, виконаних із використанням набутих навиків;
- проведення других підсумкових тестів для перевірки ефективності курсу з метою контролю зміни рівня знань з ДЗЗ;
- оприлюднення сертифікатів про підвищення кваліфікації для учасників спецкурсу та надання супровідної навчально-методичної літератури;
- за пів року було організовано інтерв'ю з учасниками курсу підвищення кваліфікації з метою встановлення результативності впровадження ними набутих знань у навчальний процес.

Розроблене навчально-методичне забезпечення, зокрема посібник «Основи дистанційного зондування Землі: історія та практичне застосування» [18] і робочий зошит з «Основ дистанційного зондування Землі» (частина 1) [19], дало змогу на якісному рівні організувати спецкурси з підвищення кваліфікації вчителів.

Тематика спецкурсу охоплювала вивчення основних понять та історичний огляд дистанційного зондування Землі, знайомство з EO Browser, Google Earth Pro та іншими відкритими ресурсами супутникової інформації, джерелами ГІС даних та тематичними каталогами космознімків НАСА та ЄСА з відображенням наслідків змін клімату на Землі. Також використання супутникових знімків було розкрито на прикладі дослідження:

- лісових ресурсів;
- водойм;
- агромоніторингу;
- зміни урбо- та антропогенного ландшафту;
- місцезнаходження сміттєзвалищ;
- розвитку екзогенних процесів;
- атмосферного моніторингу;
- вулканічної активності.

Кожна тема розкривається в робочому зошиті таким чином: спочатку окреслюється конкретна актуальна ситуація, коли сталася подія, що

досліджується. Далі ставиться завдання дослідити цю ситуацію, описану в засобах масової інформації, за допомогою супутникового моніторингу Землі. Потім наводиться покрокова інструкція для самостійного виконання практичної роботи та ставляться кілька запитань для перевірки її виконання.

Нижче наведемо приклад побудови одного з розроблених практичних завдань.

Тема практичної роботи: Дослідження водних об'єктів (на прикладі оцінки динаміки весняного водопілля на півночі Київської і Чернігівської областей в Україні).

Ситуація. У травні 2013 р. в Україні спостерігався пік весняного водопілля, 9 областей були частково у воді. Найбільше потерпали жителі Чернігівщини. У випуску новин повідомляють, що, за словами директора Укргідрометцентру Миколи Кульбиди, максимальні рівні води на річці Десна, що впадає в Канівське водосховище, будуть спостерігатися 15–20 травня.

Завдання 1. З'ясувати, з якої річки Київського водосховища починалося весняне водопілля: Десни, Прип'яті чи Дніпра; визначити, коли був початок і пік водопілля; обчислити ширину розливу річок.

Покрокова інструкція виконання цього завдання в порталі EO Browser передбачала пошук річки Дніпро, вибір супутника та введення параметрів пошуку знімків за датою та хмарністю. Далі аналіз вигляду знімка досліджуваної території в природних та штучних кольорах, підбір відповідної, для дослідження води, комбінації каналів. Наступний крок — порівняння вигляду

річки на знімках за різні періоди до танення льоду, під час водопілля та після. Використання інструментів вимірювання ширини розливу річки за різні дати (рис. 1).

Запитання для перевірки. Написати, яким кольором зображено такі типи земної поверхні, як ліс, вода, сніг, с/г поля в різних комбінаціях каналів. Написати, якою була ширина розливу р. Дніпро навпроти м. Славутич у 2013 р. за три різні дати: у квітні, травні та червні.

Додаткове завдання. Дослідити динаміку цвітіння води на прикладі Київського водосховища за допомогою NDVI (вегетаційного індексу).

Покрокова інструкція виконання цього завдання передбачала знаходження знімка Київського водосховища у літній період для виявлення ділянок цвітіння води, дослідження вегетаційного індексу на цій території та побудову гістограми зміни NDVI на конкретній ділянці з найбільшою плямою «цвітіння води» за три місяці (рис. 2).

Формат проведення спецкурсу містив лекційну і практичну складові. Кожна тема спочатку протягом години розкривалася під час лекції з демонстрацією навчального матеріалу у вигляді презентації, а наступна година приділялася онлайн-демонстрації виконання практичного завдання. Самостійна робота учасників полягала у виконанні практичних робіт із робочого зошита з додатковими завданнями (описового чи дослідницького характеру). Отримані результати слухачі надсилали організаторам спецкурсу для оцінки якості виконаної роботи.

Основні характеристики учасників спецкурсу. Категорія слухачів — педагогічні

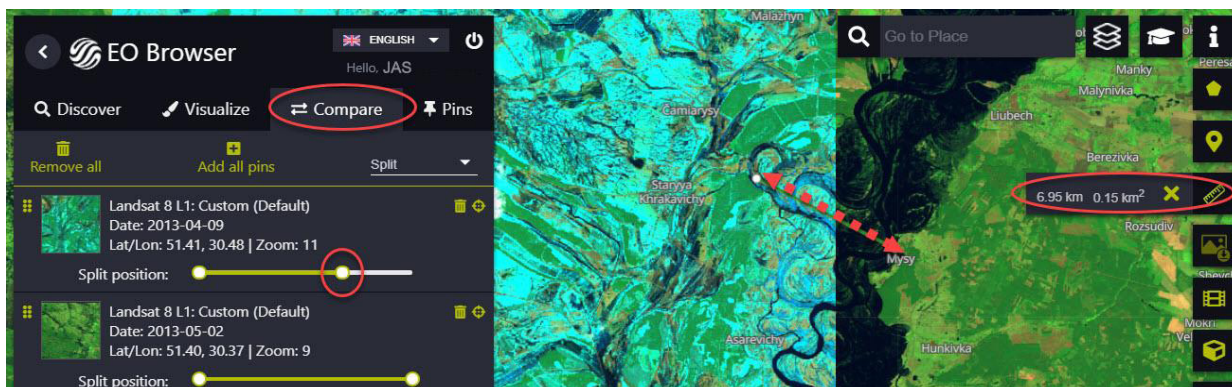


Рис. 1. Приклад ілюстрацій виконання першого завдання в практичній роботі з дослідження водних об'єктів: порівняння двох знімків за різні періоди (9 квітня та 2 травня 2013 р.) та вимірювання ширини розливу річки Дніпро

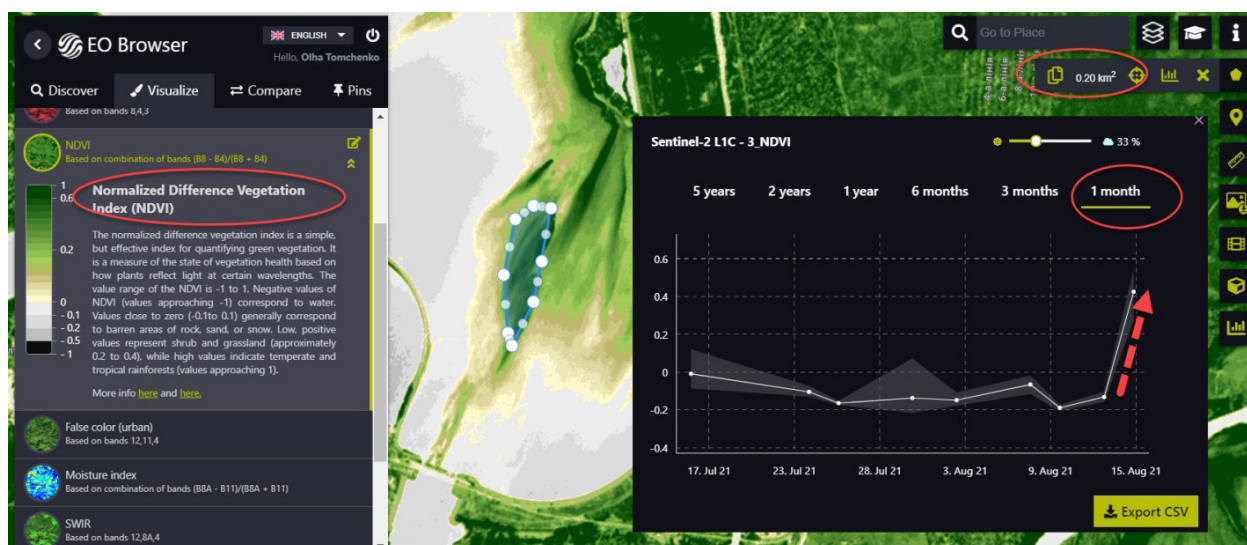


Рис. 2. Приклад ілюстрацій виконання другого завдання у практичній роботі з дослідження водних об'єктів: аналіз вегетаційного індексу на ділянці з найбільшою концентрацією цвітіння води та побудова графіка його зміни

працівники закладів позашкільної та загальної середньої освіти, зокрема керівники гуртків природничого профілю та вчителі природничих дисциплін, а також професори та доценти вищих навчальних закладів.

Попередньо зареєструвалися на спецкурс 36 учасників, а безпосередньо пройшов навчання 21 педагогічний працівник з 11 областей України. Більш ніж половина всіх учасників є спеціалістами у сфері географії, решта — вчителі екології, біології, хімії, фізики, інформатики тощо. З вищих навчальних закладів взяли участь викладачі астрономії, метеорології, землевпорядкування та земельного кадастру, картографії та ін. Більшість учасників (66%) за сумісництвом з учителюванням очолюють профільні гуртки у відповідних тематичних секціях Малої академії наук України з таких напрямів: охорона довкілля та раціональне природокористування; географія та ландшафтознавство; гідрологія; екологія; геологія; наукові дослідження в галузі географії; кліматологія та метеорологія; геоінформаційні системи та ДЗЗ тощо. 33% учасників спецкурсу не працюють у структурі МАНУ, а проходили спецкурси для особистих цілей з метою підвищення кваліфікації.

Окрім цього, у навчанні взяли участь чотири доценти і два професори ЗВО та один кандидат географічних наук.

Виходячи з аналізу відповідей з реєстраційної форми, можна констатувати, що за статтю зареєстровані учасники розділилися таким чином: 80,6% — жіночої статі і 19,4% — чоловічої. Гендерний баланс дещо змінився під кінець курсу: серед слухачів, які повністю пройшли усі заняття та виконали усі завдання спецкурсу, 66,6% — жінки і 33,3% — чоловіки. Найстаршому учаснику на момент реєстрації було 65 років, а наймолодшому — 30 років. З усіх зареєстрованих учасників 11% мали вік понад 60 років, 16% — більше 50 років, 45% — більше 40 років, 28% мали більше 30 років. Тобто, підсумовуючи наведену вікову статистику, можна зробити висновок, що до курсів виявили інтерес освітяни, які мали досвід роботи 20 і більше років і потребували нових знань у сфері ДЗЗ, оскільки не отримали відповідної бази під час свого навчання у вишах, адже на той час ця дисципліна ще не була широко представлена у навчальному процесі. При цьому стаж роботи в освітній сфері в 41% учасників становить більш ніж 20 років (рис. 3).

За місцем проживання майже всі учасники були з міст і лише 5% з невеликих селищ. Це можна пояснити краще налагодженою мережею інформування освітян про подібні заходи та доступом до швидкісної мережі Інтернет у містах.

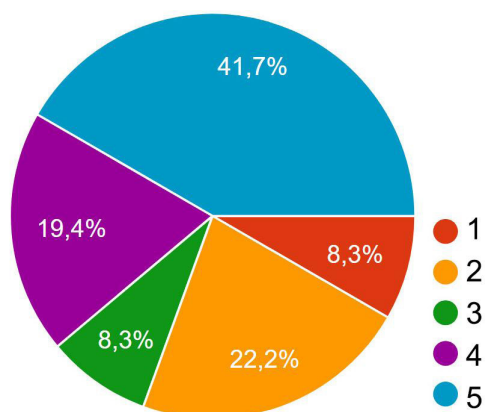


Рис. 3. Стаж роботи в освітній сфері зареєстрованих учасників спецкурсів: 1 — до 5 років; 2 — до 10 років; 3 — до 15 років; 4 — до 20 років; 5 — понад 20 років

Аналізуючи фаховий профіль учасників, варто зауважити, що половина з них є вчителями географії, 19,5 % — екології, біології, 5,6 % — фізики, 5,6 % — інформатики, по 2,8 % — вчителі астрономії та хімії, інші 11 % — викладачі ЗВО з напрямку гідрології, картографії, землеустрою та кадастру і метеорології (рис. 4). Отже, можна стверджувати, що ДЗЗ цікавляться переважно саме фахівці у галузі наук про Землю.

Щодо попередніх знань учасників з основ ДЗЗ і досвіду використання супутникових знімків варто зазначити, що до реєстрації на спецкурс лише 55,6 % слухачів часто використовували

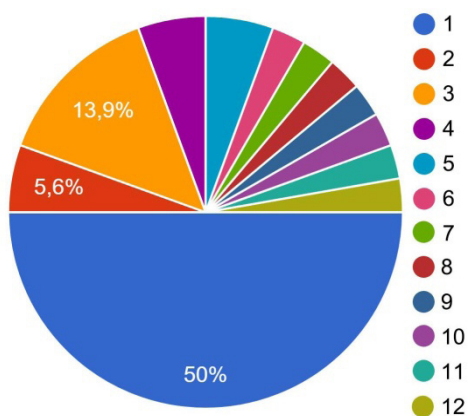


Рис. 4. Фаховий профіль зареєстрованих учасників спецкурсів: 1 — географія; 2 — біологія; 3 — екологія; 4 — фізика; 5 — інформатика; 6 — астрономія; 7 — метеорологія; 8 — хімія; 9 — земельний кадастр; 10 — землевпорядкування; 11 — картографія; 12 — гідрологія

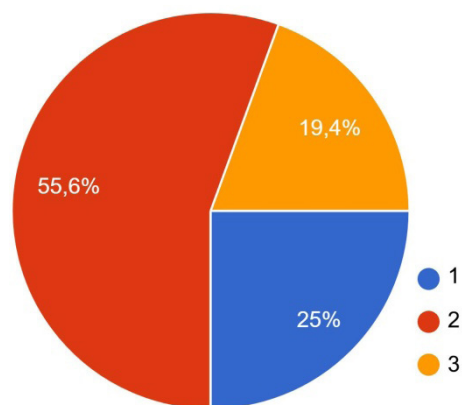


Рис. 5. Використання учасниками супутникових знімків до проходження спецкурсів: 1 — так, використовую часто; 2 — так, використовували один або декілька разів; 3 — ні, жодного разу

супутникові знімки, а 19,4 % — ніколи раніше їх не застосовували (рис. 5).

Результати аналізу ефективності спецкурсу з ДЗЗ. Аналіз результативності курсу підвищення кваліфікації вчителів «Основи дистанційного зондування Землі: історія та практичне застосування» та його ефективності відбувався на основі проведення двох анкетувань та інтерв'ю. Перше анкетування було організовано під час реєстрації всіх учасників у форматі заповнення гугл-форми, щоб зрозуміти їх початковий рівень знань та визначити коло інтересів. Одразу після проходження спецкурсу було проведено підсумкове опитування. Анкети містили базові запитання з основ ДЗЗ, щоб перевірити, чи зріс рівень знань учасників, та запитання про недоліки й переваги спецкурсу та його організації.

І за пів року після завершення спецкурсу було проведено опитування учасників у вигляді інтерв'ю, щоб почути і проаналізувати, наскільки ефективно учасники змогли використати в навчальному процесі набуті знання.

Результати підсумкового анкетування учасників. Нижче наводимо результати анкетування та інтерв'ю учасників спецкурсу «Основи дистанційного зондування Землі: історія та практичне застосування».

На запитання «Що Вам здається найважчим в опануванні методик з обробки матеріалів супутникової зйомки?» більше половини учасників відповіли про відсутність відповідної освіти з обробки матеріалів супутникової зйомки (рис. 6). Це є логічним висновком, адже

ми вже зазначали вище, що багато учасників не отримали відповідної освіти у ЗВО. Окрім цього, 22,9 % учасників вказали на застаріле технічне обладнання.

Відповідаючи на запитання «Які напрями досліджень Вас цікавлять?», більшість учасників виявили інтерес до дослідження тем із ландшафтознавства, гідрології, кліматології та екології тощо. Менший інтерес викликали геологія, ґрунтознавство та програмування (рис. 7).

Після завершення спецкурсу ми провели ще одне підсумкове анкетування, на підставі якого змогли зробити певні висновки. У зв'язку з інтенсивним і насиченим двотижневим графіком навчання і великою кількістю нової інформації багатьом учасникам (23,8 %) було важко і довелося приділити опрацюванню матеріалу багато часу, 38,1 % опитаних відповіли, що лише місцями було важко виконувати практичні роботи, 28,6 % зазначили, що було не складно, але довелося приділити деякий час (рис. 8). З огляду на це ми дійшли висновку про необхідність розділити спецкурс на дві частини з тижневою перервою.

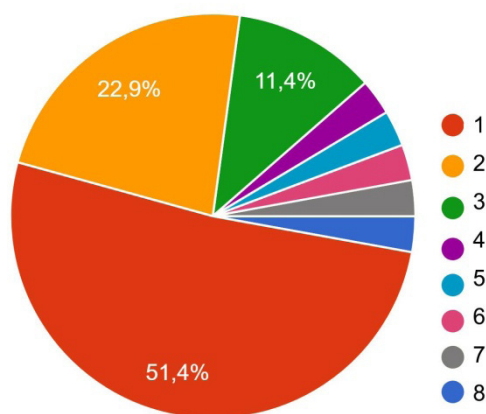


Рис. 6. Причини, що ускладнюють опанування нових методик ДЗЗ:
 1 — відсутність відповідної освіти з обробки матеріалів супутникової зйомки; 2 — застаріле комп'ютерне обладнання / програмне забезпечення; 3 — незрозуміле призначення нових методик; 4 — складні алгоритми роботи із супутниковою інформацією; 5 — англомовні інтерфейси програм; 6 — незрозуміла інтерпретація фізичного змісту супутникових зображень та індексів; 7 — немає труднощів; 8 — важко відповісти

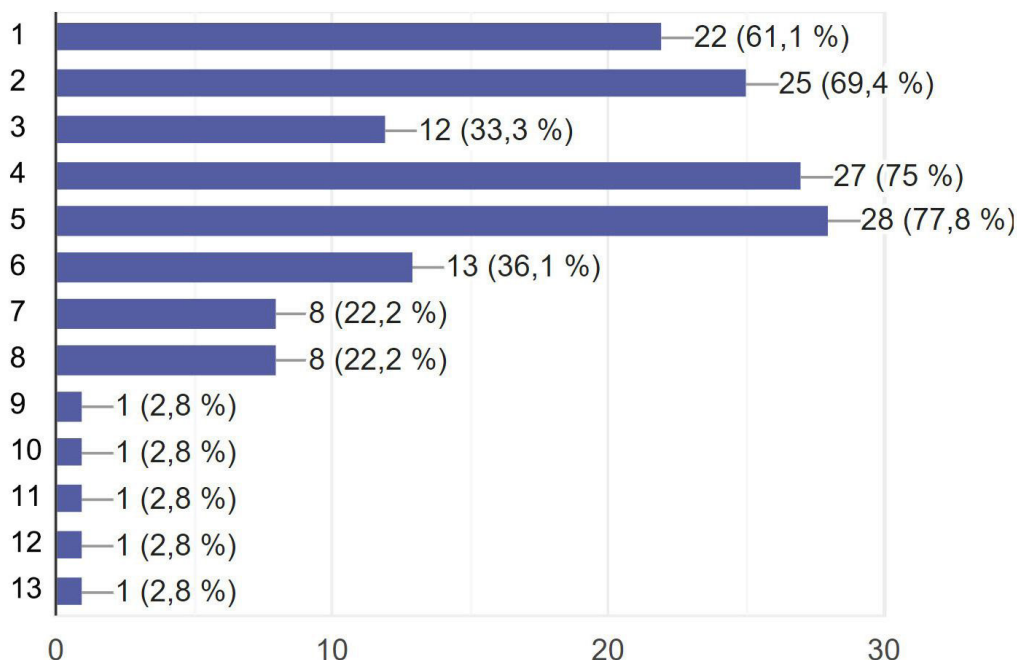


Рис. 7. Напрями досліджень, що найбільше цікавили учасників спецкурсів:
 1 — ландшафтознавство; 2 — гідрологія; 3 — геологія; 4 — кліматологія і метеорологія;
 5 — екологія; 6 — ґрунтознавство; 7 — біогеографія; 8 — програмування; 9 — астрономія;
 10 — суспільна географія; 11 — оцінка водонасиченості ґрунтів та гірських порід;
 12 — фізична, соціально-економічна географія; 13 — соціальна географія

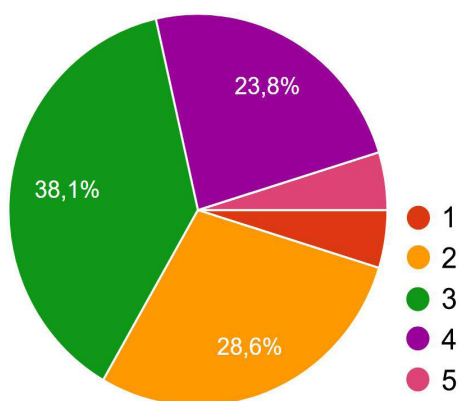


Рис. 8. Аналіз складності проходження спецкурсу:

1 — не складно, але довелося приділити деякий час; 2 — місцями було важко; 3 — важко, довелося приділити багато часу; 4 — в цілому все досить просто, на виконання практичної роботи приділили до години часу; 5 — додатково ще цікавилися інформацією з інших джерел

Після проходження курсів учасники зазначили, у яких освітніх темах доцільно, на їх думку, використовувати супутникові знімки. Далі наводимо деякі цитати опитаних:

- «у курсі географії майже в усіх темах, навіть на уроках історії можна використовувати»;
- «води суходолу та водні ресурси, ґрунти та ґрунтові ресурси, літосфера та рельєф, способи зображення Землі»;
- «форми рельєфу, циркуляція повітряних мас, взаємодія людини і природи»;
- «уявлення про форму Землі — 6 клас; географічна карта, топографічна карта — 8 клас та ін.»;
- «при вивченні фізики (електромагнітні хвилі, рух атмосфери), екології (забруднення, зміни ґрунту тощо), біології (вегетативні індекси), географії (урбанізація, картографування)»;
- «на уроках хімії: 7 клас — кисень, реакції окиснення та горіння, умови виникнення та припинення пожеж; 11 клас — оксиди неметалів, їх вміст в атмосферному повітрі».

Насамкінець варто зауважити, що 92 % учасників виявили бажання взяти участь у наступному поглибленому спецкурсі «Аналіз супутникових знімків в геоінформаційних системах» та зазначили, що серед додаткових тем, які не увійшли в програму спецкурсу, їх більше цікавить дослідження морської акваторії, прогнозування місцевих знаходження корисних копалин, вивчення

боліт, меліоративних систем, оцінка зволоженості ґрунту, льодового покриву та багато іншого.

У ході **повторного опитування у вигляді інтерв'ю**, проведеного через пів року після завершення спецкурсу, ми з'ясували, наскільки ефективно учасники змогли використати в навчальному процесі набуті знання. Слухачі відповіли на вісім запитань, нижче наводимо їх перелік та аналіз отриманих відповідей.

Скільки разів ви застосовували EO Browser для персональних цілей і для освітнього процесу, яким опікуєтесь? На це запитання більшість учасників відповіли, що переважно використовували супутникові технології в навчальному процесі. Зокрема, вчителька з київського ліцею розповіла, що використала вже розроблені лабораторією навчальні матеріали зі спецкурсу як ілюстрації освітніх тем, наприклад щодо видобутку бурштину, та під час оглядових уроків, де розповідала, для чого потрібне ДЗЗ. Викладачі закладів вищої освіти використовували супутниковий моніторинг Землі більшою мірою в науковому процесі, ніж у навчальному, що пов'язано передусім з усталеністю програми освітнього процесу, в яку важко внести корективи. Однак викладачі вдало застосовували набуті знання під час курування дипломних і магістерських досліджень студентів.

Який фідбек від учнів, студентів щодо застосування супутникових знімків під час навчання? За словами педагогів, у попередньому навчальному році учні ще не всюди почали використовувати супутникові знімки, але в новому зголосилися брати участь у конкурсах МАН. I, безумовно, учні легше сприймають таку інформацію, ніж учителі, добре вмотивовані й чітко розуміють, для чого їм це потрібно в майбутньому. А в херсонському ліцеї завдяки саме добре обізнаному з дистанційними технологіями вчителю учні вже змогли написати 4 наукові роботи з використанням ДЗЗ і представити їх на обласних конкурсах України та за кордоном.

У яких курсах/темах в освітньому процесі ви вже застосовували набуті навички та знання? В освітньому процесі шкіл опитані учасники застосовували набуті знання під час вивчення антропогенного впливу на природу (5 та 8 класи) та в проєктній науковій роботі учнів, а в технічному ліцеї — на уроках фізики під час вивчення супутників. В освітньому процесі ЗВО набуті знання застосовували для написання магістерських робіт за темами дослідження екомережі, відстеження водоохоронних зон тощо.

Яких знань бракувало, щоб застосовувати ДЗЗ в освітньому процесі, яким опікуєтесь? За словами вчителів та викладачів, їм хотілося б освоїти професійні геоінформаційні програми для аналізу супутникових знімків та для того, щоб пов'язати існуючі картографічні сервери з даними ДЗЗ. Учителька із закарпатської школи зазначила, що на заваді навчанню стала недостатня обізнаність у роботі з інформаційними технологіями та низький рівень розуміння англійської мови.

На яких заняттях (уроках/дисциплінах) в освіті актуально використовувати ДЗЗ? За словами вчителів, аерокосмічні дані можна використовувати в школі на уроках географічного напрямку з 5 по 11 клас без обмежень в будь-яких темах навчального плану як універсальний інструмент. У вищих навчальних закладах — у магістерських роботах різної тематики. Зокрема, вчитель з херсонського ліцею зазначив, що, «маючи достатній рівень знань із ДЗЗ-технологій, він у першу чергу розширив би власні уявлення про ГІС і почав би зі створення власного ГІС-проєкту».

Чи потрібні повторні курси стосовно тих самих ресурсів чи поглиблені курси? Майже всі учасники відповіли, що потребують поглиблених спецкурсів саме для поєднання ГІС та ДЗЗ.

Чи використовували набуті знання для організації/курування дослідницькими роботами учнів, у тому числі МАН? Усі учасники спецкурсів відповіли, що планують керувати учнівськими науковими роботами з використанням ДЗЗ-технологій у поточному навчальному році.

Чи допомогли б курси започаткувати відповідну секцію у своєму територіальному МАНі? Учасники одногосно підтвердили, що ці курси дають відповідний рівень знань і можливість очолити відповідну секцію, що деякі з учасників уже успішно реалізували або хочуть реалізувати в майбутньому.

Отже, підсумовуючи, зазначимо що при організації спецкурсів ми ставили в пріоритет залучити якомога більше охочих до вивчення основ ДЗЗ вчителів, які змогли б імплементувати набуті знання в освітній процес, яким опікуються. Будь-яких гендерних обмежень, корекції кількості учасників за гендерною ознакою здійснено не було. Оскільки участь у курсах узяли вчителі з різним науковим та освітянським досвідом, від початківців (стаж роботи в освіті — до 5 років) до професорів і завідувачів кафедр в університеті, можемо окреслити загальну картину здобутків і гендерний баланс. Зокрема, на під-

сумковому занятті, коли учасники презентували свої проєкти, виконані з використанням супутникового моніторингу Землі, найглибші та найгрунтовніші дослідження представляли ті учасники, що мали науковий ступінь та технічну освіту. Найбільш репрезентативні для освітнього процесу шкіл та позашкілля теми дослідження обирали учасники, що мають практичний досвід викладання у школі чи Малій академії наук України.

Висновки та перспективи

Супутниковий моніторинг Землі в науковій освіті відіграє роль об'єднувачого інструменту дослідження, оскільки за допомогою аналізу супутникових знімків можна вивчати такі дисципліни, як географія, екологія, біологія, фізика, математика, інформатика тощо. Як у курсі для вчителів, так і для учнів вузловими темами навчання ми пропонуємо визначити дослідження змін клімату та наслідків цього процесу для природи та людини. Саме цей акцент сприятиме підвищенню кліматичної грамотності учнів, що зараз є критично необхідним для переосмислення ролі людини в екосистемі, та і для виживання людини як виду. Також важливим компонентом освітнього процесу вважаємо індивідуальні дослідження (учасники обирають теми самостійно), які ми визначаємо обов'язковими як для вчителів у курсах підвищення кваліфікації, так і для учнів. Перші можуть поглибити свої знання з теми, яка для них цікава, та отримати нові візуальні матеріали за допомогою ДЗЗ, учні ж мають можливість не лише отримати нові знання, а й «відшліфувати» дослідницькі навички. Крім того, ми пропонуємо при виборі теми дослідження більшою мірою звернути увагу на території, де проживають учасники, оскільки це сприяє підвищенню індивідуального інтересу до процесу дослідження та створює передумови до реальних дій задля покращення екологічної ситуації конкретних регіонів.

Організація спецкурсів для освітян має певні особливості. Зокрема, головна мета — щоб педагоги після завершення курсу застосовували отримані знання в освітньому процесі, який організують. Для цього курс має бути максимально практично орієнтований та наближений до тем, які представлені у шкільній освітній програмі. Обрані для моніторингу актуальні події та процеси, сервіси та інструменти дослідження мають бути у вільному доступі та з інтуїтивно зрозумілим інтерфейсом. Саме за цими принципами ми організували курс «Основи дистанційного

зондування Землі: історія та практичне застосування». Важливим результатом проведення подібних спецкурсів є й те, що більшість учасників змогли імплементувати набуті знання в освітній процес і виявили бажання очолити відповідні гуртки та секції з ГІС та ДЗЗ у своїх закладах освіти. Як засвідчило підсумкове опитування учасників спецкурсу, 92 % слухачів хотіли би поглибити свої знання з основ ДЗЗ через аналіз супутникових знімків у програмі QGIS, тож ми розпочали наступний спеціалізований курс — «Аналіз космічних знімків у ГІС» у жовтні 2021 року та плануємо так само визначити його ефективність за допомогою опитування та анкетування учасників. Також вагомий вплив на якість освітнього процесу має візуальний супровід, тому одним із перспективних напрямів удосконалення спецкурсів є виготовлення та оприлюднення коротких тематичних відеороликів із супутникового моніторингу певних явищ чи процесів інструментами ДЗЗ.

Список використаних джерел

1. Застосування супутникових знімків у дослідницьких роботах учнів Малої академії наук України / Довгий С. О. та ін. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2020. 80 (6). С. 21–38. DOI: <https://doi.org/10.33407/itlt.v80i6.4053>.
2. Curran P., Wardley N. Remote sensing in secondary school geography: the place of Landsat MSS. *Geography*. 1985. 70 (3). P. 237–240. URL: <https://www.jstor.org/stable/40570957> (дата звернення: 20.09.2021).
3. Remote Sensing in Schools. URL: <https://www.fis.uni-bonn.de/en/node/22> (дата звернення: 19.09.2021).
4. Voss K., Goetzke R., Thierfeldt F., Menz G. Integrating applied Remote Sensing Methodology in Secondary Education. In *Proceedings of the IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium, Barcelona, Spain*. 2007. P. 23–27. DOI: <https://doi.org/10.1109/IGARSS.2007.4423264>.
5. Hodam H., Rienow A., Jurgens C. Bringing Earth Observation to Schools with Digital Integrated Learning Environments. *Remote Sensing*. 2020. № 12. P. 345. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs12030345>.
6. Bringing Earth Observation to Classrooms – The Importance of Out-of-School Learning Places and E-Learning / L. Dannwolf et al. *Remote Sensing*. 2020. № 12 (19). DOI: <https://doi.org/10.3390/rs12193117>. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs12193117>.
7. Expanding STEM Education in Secondary Schools: An Innovative Geography-Physics Course Focusing on Remote Sensing / C. Lindner et al. *GI_Forum*. 2019. № 1. P. 153–162. DOI: https://doi.org/10.1553/giscience2019_02_s153.
8. Dziob D., Krupiński M., Woźniak E., Gabryszewski R. Interdisciplinary Teaching Using Satellite Images as a Way to Introduce Remote Sensing in Secondary School. *Remote Sensing*. 2020. № 12 (18). P. 2868. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs12182868>.
9. Training teachers to use remote sensing: the YCHANGE project / K. Schulman et al. *Review of International Geographical Education (RIGEO)*. 2021. № 11 (2). P. 372–409. DOI: <https://doi.org/10.33403/rigeo.708754>.
10. Adaktylou N. Remote Sensing as a Tool for Phenomenon-Based Teaching and Learning at the Elementary School Level: a Case Study for the Urban Heat Island Effect. *International Journal of Educational Methodology*. 2020. № 6 (3). P. 517–532. DOI: <https://doi.org/10.12973/ijem.6.3.517>.
11. Amici S., Tesar M. Building Skills for the Future: Teaching High School Students to Utilize Remote Sensing of Wildfires. *Remote Sensing*. 2020. 12 (21). DOI: <https://doi.org/10.3390/rs12213635>.
12. Asimakopoulou P., Nastos P., Vassilakis E. Earth Observation as a Facilitator of Climate Change Education in Schools: The Teachers' Perspectives. *Remote Sensing*. 2021. № 13 (8). P. 1587. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs13081587>.
13. Mouratidis A., Koutsoukos M. Use of Esa Earth Observation Educational Resources in Vocational Education and Training-Lifelong Learning: Towards Stem Promotion and Development of Skills. *Geosociety*. 2017. № 50. P. 1652. DOI: <https://doi.org/10.12681/bgsg.11888>.
14. Kholoshyn I. V., Bondarenko O. V., Hanchuk O. V., Varfolomyeyeva I. M. Cloud technologies as a tool of creating Earth Remote Sensing educational resource. *CEUR Workshop Proceedings 2643*. 2020. P. 474–486.
15. Babiichuk S., Iurkiv L., Tomchenko O., Kuchma, T. Implementation of Science Education Principles at the Junior Academy of Sciences of Ukraine Using Remote Sensing Data. *Theory and Practice of Science Education*. 2019. Vol. 1. Issue 1. P. 52–62.
16. Академія «Copernicus» НЦ «МАНУ». URL: http://man.gov.ua/ua/activities/akademii_copernicus
17. Лабораторія «ГІС та ДЗЗ» — Академія «Copernicus» МАНУ. URL: www.facebook.com/groups/CopernicusUA.
18. Основи дистанційного зондування Землі: історія та практичне застосування: метод. посіб. / С. О. Довгий та ін. Київ : Інститут обдарованої дитини НАПН України, 2019. 316 с. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.3265399>.

19. Основи дистанційного зондування Землі: робочий зошит. Частина 1 / Бабійчук С. М. та ін. Київ : Національний центр «Мала академія наук України», 2020. 80 с.
DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.4315270>.

References

- Dovgyi, S., Babiichuk, S., Iurkiv, L., Kuchma, T., Tomchenko, O., & Danilov, S. (2020). Zastosuvannia suputnykovykh znimkiv u doslidnytskykh robotakh uchniv Maloi akademii nauk Ukrainy [Application of satellite images in pupils' research activities of the Junior Academy of Sciences of Ukraine]. *Informatsiini tekhnologii i zasoby navchannia — Information Technologies and Learning Tools*, 80 (6), 21–38.
DOI: <https://doi.org/10.33407/itlt.v80i6.4053> [in Ukrainian].
- Curran, P., & Wardley, N. (1985). Remote sensing in secondary school geography: the place of Landsat MSS. *Geography*, 70 (3), 237–240. Retrieved from <https://www.jstor.org/stable/40570957>
- Remote Sensing in Schools. Retrieved from <https://www.fis.uni-bonn.de/en/node/22>
- Voss, K., Goetzke, R., Thierfeldt, F., & Menz, G. (2007). Integrating applied Remote Sensing Methodology in Secondary Education. In *Proceedings of the IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium, Barcelona, Spain* (pp. 23–27).
DOI: <https://doi.org/10.1109/IGARSS.2007.4423264>.
- Hodam, H., Rienow, A., & Jurgens, C. (2020). Bringing Earth Observation to Schools with Digital Integrated Learning Environments. *Remote Sensing*, 12, 345.
DOI: <https://doi.org/10.3390/rs12030345>.
- Dannwolf, L., Matusch, T., Keller, J., Redlich, R., & Siegmund, A. (2020). Bringing Earth Observation to Classrooms — The Importance of Out-of-School Learning Places and E-Learning. *Remote Sensing*, 12 (19).
DOI: <https://doi.org/10.3390/rs12193117>.
- Lindner, C., Müller, C., Hodam, H., Jürgens, C., Ortwein, A., Schultz, J. et al. (2019). Expanding STEM Education in Secondary Schools: An Innovative Geography-Physics Course Focusing on Remote Sensing. *GI_Forum* (1), (pp. 153–162).
DOI: https://doi.org/10.1553/giscience2019_02_s153.
- Dziob, D., Krupiński, M., Woźniak, E., & Gabryszewski, R. (2020). Interdisciplinary Teaching Using Satellite Images as a Way to Introduce Remote Sensing in Secondary School. *Remote Sensing*, 12 (18), 2868.
DOI: <https://doi.org/10.3390/rs12182868>.
- Schulman, K., Fuchs, S., Hämmerle, M., Kisser, T., Laštovička, J., Notter, N. et al. (2021). Training teachers to use remote sensing: the YCHANGE project. *Review of International Geographical Education (RIGEO)*, 11 (2), 372–409.
DOI: [10.33403/rigeo.708754](https://doi.org/10.33403/rigeo.708754).
- Adaktylou, N. (2020). Remote Sensing as a Tool for Phenomenon-Based Teaching and Learning at the Elementary School Level: a Case Study for the Urban Heat Island Effect. *International Journal of Educational Methodology*, 6 (3), 517–532.
DOI: <https://doi.org/10.12973/ijem.6.3.517>.
- Amici, S., & Tesar, M. (2020). Building Skills for the Future: Teaching High School Students to Utilize Remote Sensing of Wildfires. *Remote Sensing*, 12 (21).
DOI: <https://doi.org/10.3390/rs12213635>.
- Asimakopoulou, P., Nastos, P., & Vassilakis, E. (2021). Earth Observation as a Facilitator of Climate Change Education in Schools: The Teachers' Perspectives. *Remote Sensing*, 13 (8), 1587.
DOI: <https://doi.org/10.3390/rs13081587>.
- Mouratidis, A., & Koutsoukos, M. (2017). Use of Esa Earth Observation Educational Resources in Vocational Education and Training-Lifelong Learning: Towards Stem Promotion and Development of Skills. *Geosociety*, 50, 1652.
DOI: <https://doi.org/10.12681/bgsg.11888>.
- Kholoshyn, I. V., Bondarenko, O. V., Hanchuk, O. V., & Varfolomyeyeva, I. M. (2020). Cloud technologies as a tool of creating Earth Remote Sensing educational resource. *CEUR Workshop Proceedings 2643*, (pp. 474–486).
- Babiichuk S., Iurkiv L., Tomchenko O., & Kuchma T. (2019). Implementation of Science Education Principles at the Junior Academy of Sciences of Ukraine Using Remote Sensing Data. *Theory and Practice of Science Education*, (Vol. 1), (issue 1), (pp. 52–62).
- Akademiia "Copernicus" NTs "MANU" [Academy "Copernicus" NC "JASU"]. [www.man.gov.ua](http://man.gov.ua). Retrieved from http://man.gov.ua/ua/activities/akademiiia_copernicus [in Ukrainian].
- Laboratoriia "HIS ta DZZ" — Akademiia "Copernicus" MANU [Laboratory "GIS and Remote Sensing" — Academy "Copernicus" JASU]. Retrieved from www.facebook.com/groups/CopernicusUA [in Ukrainian].
- Dovgyi, S. O., Lialko, V. I., Babiichuk, S. M., Kuchma, T. L., Tomchenko, O. V., & Iurkiv, L. Ya. (2019). *Osnovy dystantsiinoho zonduvannia Zemli: istoriia ta praktychne zastosuvannia [Fundamentals of Remote Sensing: History and Practice]*. Kyiv : Instytut obdarovanoi dytyny NAPN Ukrainy.
DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.3265399> [in Ukrainian].
- Babiichuk, S., Iurkiv, L., Tomchenko, O., & Kuchma, T. (2020). *Osnovy dystantsiinoho zonduvannia Zemli: robochy zoshyt. Chastyna 1 [Fundamentals of Remote Sensing: workbook. Part 1]*. Kyiv : Natsionalnyi tsentr "Mala akademiia nauk Ukrainy".
DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.4315270> [in Ukrainian].

S. M. Babiichuk,
O. V. Tomchenko

THE COURSE OF FUNDAMENTALS OF REMOTE SENSING FOR EDUCATORS OF JUNIOR ACADEMY OF SCIENCES OF UKRAINE

Abstract. This paper discusses the background and presents the results of the first in Ukraine advanced training course for educators in Remote Sensing, “Fundamentals of Remote Sensing: History and Practice”, organized by the Geographic Information Systems and Remote Sensing Laboratory of the National Center, “Junior Academy of Sciences of Ukraine”. The Junior Academy of Sciences of Ukraine is a system of extracurricular education committed to the development and implementation of science education techniques. Currently, the Academy has more than 250,000 students working in 64 scientific areas. In 2018, the Junior Academy of Sciences of Ukraine received the status of Category 2 Science Education Center under the auspices of UNESCO and joined the network of Copernicus Academies. The Junior Academy of Sciences of Ukraine has been promoting the application of satellite imagery in education for over ten years. One of the outputs of this activity is the advanced training course for educators. This paper describes the online training course that was held in spring 2021. The course was open to all interested teachers. 21 educators from 11 Oblasts of Ukraine have completed the training course. The majority of the course participants were teachers of Geography. Environmental science, biology, chemistry, physics, and computer science experts have also participated in the training course. In addition, the course participants included four associate professors and two professors from higher educational institutions, and one PhD in Geography. From a gender perspective, 66.6 % of the registered course participants were female and 33.3 % — male. The effectiveness of the course was evaluated based on the participants’ responses collected in two surveys and a concluding interview. The paper describes the stages of special course organization, topics, and tools used in the lectures and case studies, including an overview of the data sources, such as EO Browser, ArcGIS Online, and Google Earth, etc. The paper presents a detailed description of one of the hands-on case studies of water bodies in EO Browser.

Keywords: special courses on the fundamentals of RS, Junior Academy of Sciences of Ukraine, “GIS and RS” Laboratory, analysis of satellite images.

С. Н. Бабийчук,
О. В. Томченко

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ КУРСЫ ПО ОСНОВАМ ДЗЗ ДЛЯ ПЕДАГОГОВ СИСТЕМЫ МАЛОЙ АКАДЕМИИ НАУК УКРАИНЫ

Аннотация. В статье идет речь о предпосылках и результатах проведения первых в Украине курсов повышения квалификации педагогических работников по основам дистанционного зондирования Земли — «Основы дистанционного зондирования Земли: история и практическое применение», организованных лабораторией геоинформационных систем и дистанционного зондирования Земли Национального центра «Малая академия наук Украины». Малая академия наук Украины как система внешкольного образования занимается разработкой и внедрением методов научного образования. В настоящее время в МАНУ обучается более 250 000 учащихся, работающих в 64 научных направлениях. В 2018 году Малая академия наук Украины получила статус научно-образовательного центра второй категории под эгидой ЮНЕСКО и присоединилась к сети Академии «Copernicus». Ученые Малой академии наук Украины занимаются вопросами внедрения анализа спутниковых снимков в образовательный процесс более десяти лет. Одним из результатов этой деятельности являются курсы повышения квалификации педагогических работников. В частности, в этой статье описан опыт проведения таких курсов в режиме онлайн весной 2021. Принять участие в повышении квалификации могли все желающие педагоги. Слушателями курсов стали 21 педагогический работник из 11 областей Украины. Большинство из них — специалисты в области географии, также были специалистами из сфер экологии, биологии, химии, физики, информатики и т. д. Помимо этого, в обучении приняли участие четыре доцента и два профессора высших учебных заведений и один кандидат географических наук. По полу зарегистрированные участники разделились следующим образом: 66,6 % — женского пола и 33,3 % — мужского. Эффективность курса была оценена на основании ответов участников в ходе двух анкетирований и итогового интервью. В статье представлены этапы организации спецкурса, их тематика и инструментарий, на базе которого были построены лекционные

и практические занятия. В частности, осуществлен обзор использованных ресурсов — EO Browser, ArcGIS Online, Google Планета Земля и др. Более развернуто описана одна из практических работ спецкурса по теме исследования состояния водных объектов в EO Browser.

Ключевые слова: спецкурсы по основам ДЗЗ, Малая академия наук Украины, лаборатория «ГИС и ДЗЗ», анализ спутниковых снимков.

ІНФОРМАЦІЯ ПРО АВТОРІВ

Бабійчук Світлана Миколаївна — канд. пед. наук, завідувачка лабораторії «ГІС та ДЗЗ», НЦ «Мала академія наук України», Київ, Україна, gis_rs@man.gov.ua; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6556-9351>

Томченко Ольга Володимирівна — канд. техн. наук, наукова співробітниця відділу системного аналізу, ДУ «Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі ІГН НАН України», Київ, Україна, gis_rs@man.gov.ua; ORCID ID: <https://orcid.org/000-0001-6975-9099>

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Babiiichuk S. M. — PhD in Pedagogy, Head of the “GIS and Remote Sensing” Laboratory, NC “Junior Academy of Sciences of Ukraine”, Kyiv, Ukraine, gis_rs@man.gov.ua; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6556-9351>

Tomchenko O. V. — PhD in Engineering, researcher of the Department of System Analysis, the Scientific Centre for Aerospace Research of the Earth of the Institute of Geological Sciences of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine, gis_rs@man.gov.ua; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6975-9099>

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Бабийчук С. Н. — канд. пед. наук, заведующая лабораторией «ГИС и ДЗЗ», НЦ «Малая академия наук Украины», Киев, Украина, gis_rs@man.gov.ua; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6556-9351>

Томченко О. В. — канд. техн. наук, научный сотрудник отдела системного анализа, ГУ «Научный центр аэрокосмических исследований Земли ИГН НАН Украины», Киев, Украина, gis_rs@man.gov.ua; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6975-9099>

Стаття надійшла до редакції / Received 20.09.2021