УДК 378.147:912

Федонюк Віталіна Володимирівна
кандидат географічних наук, доцент, доцентка кафедри екології та агрономії
Луцький національний технічний університет, м. Луцьк, Україна
ORCID ID 0000-0002-1880-6710
ecolutsk@gmail. com

Федонюк Микола Ананійович
кандидат географічних наук, доцент, доцент кафедри екології та агрономії
Луцький національний технічний університет, м. Луцьк, Україна
ORCID ID 0000-0002-4034-3695
m.fedoniuk@lntu.edu.ua

Пушкар Надія Степанівна
Народний вчитель України, викладач
Луцький педагогічний коледж, м. Луцьк, Україна
pushkardream49@gmail.com

ЗАСТОСУВАННЯ ІКТ ПРИ РОЗРОБЦІ STEM-ПРОЄКТІВ У ПРИРОДНИЧО-ГЕОГРАФІЧНІЙ ПОЗАШКІЛЬНІЙ ОСВІТІ

Анотація. У статті показано можливості застосування інформаційно-комунікаційних технологій у роботі педагога позашкільного у ході розробки STEM-проєктів природничо-географічного спрямування. Дослідження базується на власних напрацюваннях колективу авторів, які мають досвід керування секціями дослідницько-експериментального характеру Малої академії наук України та географічними гуртками. Проаналізовано можливості виконання практичних робіт з використанням електронних баз геопросторових даних. Описано окремі особливості роботи з прикладними сервісами та програмами, які дозволяють розробляти учнівські наукові проєкти в галузі метеорології, кліматології, географії, геології та геоекології. Окреслено перелік можливих практичних робіт з цими сервісами. Наведено приклади практичних завдань для учнів у ході виконання ними власних STEM-проєктів. Розроблено навчальні алгоритми роботи з рядом прикладних онлайн сервісів (наприклад, Blitzortung). Проаналізовано типи завдань для виконання наукових досліджень та розробки власних STEM-проєктів з урахуванням вікових особливостей учнів. Показано можливості вдосконалення виконання практичних та лабораторних робіт з дисциплін географічного та геоекологічного циклу за допомогою інформаційно-комунікаційних технологій у закладах позашкільної освіти. Висвітлено досвід власних напрацювань щодо можливостей удосконалення дидактичних прийомів та методів розробки і проведення практичних гурткових занять географічного та геоекологічного напрямку. Показано, що процес впровадження STEM-проєктів потребує вирішення багатьох організаційних, психолого-педагогічних, навчально-методичних питань: розробки відповідної навчально-методичної підтримки, формування культури пошукової наукової роботи, розвитку творчих здібностей, пізнавальної та креативної активності слухачів, формування індивідуального стилю їх наукової діяльності. Оцінено особливу роль використання ІКТ у позашкільній освіті дослідницько-експериментального напрямку, що сприяє появі нових освітніх можливостей, перспективних форм, методів і засобів навчання.

Ключові слова: позашкільна освіта; прикладні сервіси; науки про Землю; практичне заняття, геоінформаційні системи; STEM-проєкт; позашкільні навчальні заклади.

1. ВСТУП

Постановка проблеми. Сучасний педагогічний науковий дискурс неможливо уявити без активного обговорення досягнень у сфері впровадження інформаційно-комунікаційних технологій (далі – ІКТ), а численні семінари, конференції та форуми

© В. В. Федонюк, М. А. Федонюк, Н. С. Пушкар, 2021

вітчизняних педагогів присвячуються STEM-освіті – популярному напряму, що покращує та інтенсифікує процес набуття учнями компетентностей у галузі природничих наук (Science), технологій (Technology), технічної творчості (Engineering) та математики (Mathematics) для формування в результаті комплексних аналітичних, дослідницьких та наукових компетентностей. На актуальності розвитку даного напрямку наголошується в цілому ряді нормативних документів Міністерства освіти і науки України (далі – МОН). Зокрема варто відзначити, що вже декілька років поспіль Державна наукова установа «Інститут модернізації змісту освіти» (далі - ДНУ ІМЗО) щорічно оприлюднює «Методичні рекомендації щодо розвитку STEM-освіти у закладах загальної середньої та позашкільної освіти» [1], що містять настанови та рекомендації для педагогів у цій галузі. Проте існує певна різниця між теорією та практикою, між можливостями різних закладів освіти та окремих педагогів у цій сфері. Учителі аргументують невисокий рівень впровадження STEM-методик у власну педагогічну діяльність відсутністю необхідного технічного забезпечення, великим поточним навчальним навантаженням, відсутністю необхідних навичок роботи у сфері ІКТ. На думку *авторів*, головна причина вказаних проблем – недостатній рівень підготовки педагогічних кадрів у галузі набуття вмінь та навичок ІКТ. Слід зазначити, що за однакової технічній оснащеності закладів освіти саме від педагога залежить ширина і багатоплановість використання ІКТ. У надзвичайних умовах загальнонаціонального карантину 2020 – 2021 рр. заклади позашкільної освіти (далі – ЗПО) та заклади загальної середньої освіти (далі – ЗЗСО) здійснили комплексні організаційні заходи для проведення дистанційного навчання на постійній основі, що актуалізувало потребу в поглибленому опануванні педагогами навичок ІКТ, адже без таких умінь сам освітній процес стає неможливим на даному етапі.

Проведений у даному дослідженні аналіз та узагальнення власного практичного досвіду *авторів* щодо можливостей використання інформаційно-комунікаційних технологій для розробки науково-дослідницьких проєктів слухачами Малої академії наук України (далі – МАНУ), які відвідують секції в системі позашкільної природничо-географічної освіти, дозволить поширити цей досвід серед спільноти педагогів, поділитись набутими навичками і методиками, які сприяють формуванню в учнів наукового типу мислення та набуттю ними компетентностей у природничих науках і технологіях та інформаційно-цифрових компетентностей, що є важливим в умовах впровадження реформи Нової української школи (далі – НУШ).

На даний час існує багато безкоштовних онлайн сервісів, які надають інформацію природничо-географічного характеру, представляють у вільному доступі масиви та бази метеорологічних, гідрологічних, картографічних даних. Робота з цими сервісами та використання методів геоінформаційних систем (далі – ГІС), застосування простих прийомів аналізу земної поверхні за даними дистанційного зондування Землі (далі – ДЗЗ) відкриває перед педагогом надзвичайно широкі можливості для навчання здобувачів освіти через залучення їх до процесу науково-дослідницької діяльності. Таке залучення відбувається невимушено, без примусу, на основі зацікавлення, застосування ігрових моментів, формування командних навичок роботи. Часто спроба сформувати інтерес в учня до науково-пізнавальної діяльності, яка починається зі слів: «Прочитай цю книгу», виявляється неуспішною. Але якщо розгляд теми розпочати із знайомства з цікавим мобільним додатком, який дозволяє відстежувати блискавки – початкова зацікавленість учня навчальною темою чи дослідницьким проєктом, присвяченими електриці атмосфери, буде вищою. До аналізу спеціалізованої наукової літератури вчитель та учень звернуться на наступному етапі навчального процесу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Загальні принципи застосування ІКТ у навчальному процесі для формування інформаційно-комунікаційної компетентності

детально аналізувались у працях вітчизняних та зарубіжних учених, серед яких варто виділити оглядові та концептуальні наукові дослідження В. Безуглого, А. Бунена, В. Бикова, Л. Калініної, Р. Кроуфорда, Ч. Крука, Н. Лавриченко, М. Ліска, Хр. Ллойда, А. МакФарлана, О. Овчарук, Дж. Паркінсона, В. Редінга.

Так, у роботах учених НАПН щодо особливостей інформатизації освітнього простору наголошувалось, зокрема, на необхідності тісної співпраці в ІКТ-галузі навчальних закладів, наукових установ і суб'єктів господарювання [2, 3], а заклади позашкільної освіти називались однією з 3 освітніх ланок, що потребують створення відповідної технологічної інфраструктури [2, с.196].

В.Осадчий та К. Осадча на основі аналізу зарубіжних публікацій та нормативних документів виокремили основні тенденції інформатизації освіти, окреслили відповідні орієнтири для України, запропонували використання конкретних моделей для оцінювання прогресу впровадження ІКТ у навчальних закладах [4]. Вивченню досвіду застосування інформаційно-комунікаційних технологій як вагомої та невід'ємної складової навчального процесу в зарубіжних країнах (Європа, США, Канада, Китай, Індія, Туречиина, Угорщина) також були присвячені ґрунтовні дослідження К Dékány [5], І. Малицької [6], О.Зубченко [7], Л.Даценко [8].

Проблеми адаптації педагогічної діяльності до використання методик, заснованих на ІКТ, у навчально-виховному процесі та аналіз можливостей застосування методів ІКТ у ході вивчення окремих навчальних дисциплін як загальноосвітнього, так і спеціалізованого характеру, є предметом досліджень у працях J. Wilsz [9], В.Борисова, С. Батуріна [10], О.Готько, О.Чайковської [11], Г.Пустовіта [12], Л.Тихенко [12], [13], М. Попової, С.Бревус [14]. Зокрема С. Грищенко [15] проаналізував ці питання в контексті вивчення природничих дисциплін. Г. Пустовіт [12] та Л. Тихенко [12, 13] розглянули дидактичні основи застосування ІКТ саме в системі позашкільної освіти. Праці О.Готько та О.Чайковської [11] розкривають значення ІКТ у формуванні соціальних і громадянських компетентностей здобувачів освіти. У дослідженнях В. Борисова та С. Батуріна проаналізовано зміст поняття «інформаційна культура педагога» та необхідні для її формування компетенції [10].

Загальна система методів та підходів упровадження STEM-освіти в закладах позашкільної освіти розглядалась як в освітніх програмних документах [1], [16], так і в працях таких авторів, як Д.Шулікін [17], E. Baran, S. Bilici, C. Mesutoglu, C.Ocak [18], A.P. Carnevale, N. Smith, M. Melton [19], С. О. Довгий, С. М. Бабійчук, Л. Я. Юрків, Т. Л. Кучма, О.В. Томченко, С. О. Данилов [20], О.Артем'єва, С. Лихота, Г. Литвинчова [21], Н. Балик, Г. Шмигер [22], О. Лозова [23]. Так, наприклад, турецькі дослідники провели експеримент з фокус-групою з 40 школярів із залученням їх до спільного позашкільного STEM-проєктування, що показало покращення їх когнітивних, дизайнерських, інженерних та комп'ютерних навичок [18]. А науковці МАНУ С. О. Довгий, Л. Я. Юрків із співавторами ґрунтовно проаналізували можливості застосування методів ДЗЗ і ГІС як новітніх та перспективних напрямків організації роботи, що прямо чи опосередковано сприяють розвитку більшості з ключових компетенцій у контексті реалізації концепції НУШ [20].

У дослідженнях P. Smudde вагома увага приділяється методу формування команд з різних навчальних середовищ, які об'єднуються над вирішенням міждисциплінарних STEM-проєктів, що суттєво сприяє розвитку їх творчого потенціалу [24].

Н.С. Пушкар розробила ряд рекомендацій щодо застосування проєктного навчання географії як у ЗЗСО, так і в дошкільній та позашкільній освіті. Розглянуто проблему наступності та взаємозв'язків у впровадженні проєктної діяльності учнів на різних етапах навчання. Показані можливості застосування методу проєктів на уроках та в позакласній роботі з географії (у роботі краєзнавчого гуртка, під час екскурсій,

літньої навчальної практики тощо) [25]. Авторка поділяє думку видатного українського педагога Г.Ващенка, який відзначив дві основні тенденції еволюції методів навчання: «прагнення посилити активність учня в процесі навчання і наблизити його до життя» (цитата за [25, с.7]). Фактично ці тенденції є актуальними і сьогодні [5; 13; 18; 25], а власне STEM-проєктування та ІКТ дають інструменти для вирішення цих питань.

Конкретні підходи та концепції у галузі STEM у позашкільній освіті були предметом обговорення на спеціалізованих наукових педагогічних форумах та семінарах (наприклад, [26]).

Проте спеціальні аспекти застосування ІКТ у системі позашкільної природничо-географічної освіти в науковій літературі висвітлювались мало.

Метою статті є висвітлення та поширення позитивного досвіду використання ІКТ у галузі розробки навчальних STEM-проєктів природничо-географічного характеру в системі позашкільної освіти.

2. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ

У статті 4 Закону України «Про позашкільну освіту», основного правового документу в даній галузі, зазначено: «Позашкільна освіта є складовою системи безперервної освіти, визначеної Конституцією України, Законом України «Про освіту», цим Законом, і спрямована на розвиток здібностей та обдарувань вихованців, учнів і слухачів, задоволення їх інтересів, духовних запитів і потреб у професійному визначенні». Отже, за самим своїм змістом система позашкільної освіти має формувати в слухачів компетентності, що забезпечать їм у подальшому вибір професії. «Наука для усіх через активне самостійне навчання» – це теза основоположниці позашкільної освіти в Україні С. Русової, яка прозвучала вперше в 1919 р., проте надзвичайно точно характеризує сутність сучасної роботи з учнями над науковими проєктами [25]. Самостійне навчання в наш час – це переважно навчання із залученням онлайн сервісів. Тому впровадження ІКТ та елементів STEM-освіти в позашкільних закладах не лише підвищує мотивацію слухачів до вивчення дисциплін природничо-географічного напряму, але й дозволяє школярам набувати компетентності, які затребувані на сучасному ринку праці у сфері ІТ, інженерії, екології, біотехнології тощо. Успішне працевлаштування випускників секції чи гуртка – це в наш час вагомий мотиваційний стимул для активної роботи слухачів- початківців, новачків у позашкільному закладі. Залучення до командної реалізації проєктів учнів різного віку дозволяє сформувати педагогу систему передачі знань, досвіду та компетенцій: старші слухачі своїми здобутками та досягненнями активно мотивують молодших, ведуть їх за собою, учні долучаються до освітньо-виховного процесу не лише як його об’єкти, але і як суб’єкти, що є одним із важливих завдань, реалізувати які має впровадження НУШ.

3. МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Для аналізу методів дослідження, які використовувались, вважаємо за потрібне розділити їх на дві групи. Перша група методів була застосована при узагальненні результатів педагогічної діяльності і підготовці та викладі матеріалів даної роботи. Це такі методи, як-от: аналітичний, оцінковий, порівняльний, статистичний, метод індукції та частково дедукції. Друга група – це методи, які були застосовані безпосередньо в роботі керівника секції (гуртка) дослідницько-експериментального напряму при розробці наукових проєктів слухачів МАНУ, аналіз результативності яких було покладено в основу висновків даного дослідження. До цієї групи зараховуємо: методи

аналізу та синтезу емпіричної, архівної, числової інформації, статистично-математичні методи, методи порівняння, узагальнення, моделювання, а також картографічні та лабораторно-експериментальні методи, без яких неможливі природничі науково-пошукові роботи.

4. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Сучасні науки про Землю – це досить складні, багатокомпонентні та спеціалізовані галузі знань, які потребують залучення фахівців, що володіють не лише традиційними компетентностями географа, натураліста, але мають математичну підготовку, опанували навички застосування ІКТ та методи графічного дизайну для розробки електронних карт та іншої графічної продукції в галузях аналізу сучасного стану компонентів довкілля (атмосфери, водних об'єктів, геологічного середовища, ґрунтів та земель, біосферних об'єктів, природно-заповідних територій тощо). Потреби практичної реалізації сучасних наукових досліджень та вимоги до рівня фахової підготовки науковця визначають специфіку роботи педагога зі слухачами стаціонарних секцій МАНУ, кращі науково-пошукові роботи яких іноді не поступаються за рівнем складності кандидатським дисертаціям. Як правило, слухач приходить до секції у 8-9 класі і за 3-4 роки занять повинен сформуватися як юний дослідник, що оперує науковою термінологією та володіє методологією здійснення пошукової роботи. Це ставить великі педагогічні виклики перед наставником, науковим керівником.

Алгоритм залучення слухачів до наукової діяльності та розробки власного STEM-проєкту сформулюємо так: *1 етап – зацікавлення* (пошук проблеми, яка викликає інтерес, виділення окремих невирішених завдань у даній галузі, оцінка можливостей їх часткового чи повного вирішення; вікова група – слухачі початкового рівня, 8-9 клас); *2 етап – дослідження* (детальне «занурення» у проблему, пошук та аналіз фактів і їх інтерпретацій, пошук «груп за інтересами» у сфері обраної проблематики; вікова група – слухачі середнього рівня, 9-10 клас); *3 етап – наукова розробка* (формулювання теми, над якою працюємо, завдань, які вирішуємо, методів, які застосовуватимемо; вікова група – слухачі основного рівня, 10-11 клас).

Інноваційний підхід до занять пов'язаний з тим, що розвиток географічної науки та вивчення нашої планети сьогодні нерозривно пов'язані із застосуванням ГІС, електронних баз географічної інформації (онлайн архіви метеорологічних, гідрологічних, геологічних даних, геокадастри тощо), сучасних приладів моніторингу середовища. Прогрес у галузі ІКТ дає чимало нових можливостей для різнопланових природничих досліджень та географічної освіти, дозволяє суттєво індивідуалізувати навчання, унаочнити складні просторово-географічні явища та їхні взаємозв'язки, сформувати у слухачів навички самостійного пошуку інформації та її творчого осмислення. Освоєння учнями практичних навичок роботи з інформаційними програмами сприятиме:

- формуванню вміння перетворювати візуальну інформацію в словесно-описову в ході аналізу фото- та відеозображень (наприклад, супутникових знімків хмарності, полів опадів, температури, лісових масивів, геологічних утворень, ландшафтних комплексів тощо);
- розвитку вміння проводити аналіз, порівняння, опис, синтез зібраної інформації;
- набуттю практичних умінь роботи з прикладними програмними сервісами;
- формуванню цілісної картини світу, уявлення про структуру географічної оболонки Землі, її функції, ролі та значення;

- розвитку системного мислення, екологічного підходу до вирішення практичних, виробничих завдань у майбутньому;
- умінню здійснювати пошук, вибір, сортування та узагальнення інформаційних даних згідно з поставленим проблемним завданням.

У контексті вищесказаного основні методи навчання [25], що використовуються під час занять зі слухачами, – це: 1) словесні методи (бесіда, пояснення, розповідь, лекція); 2) практичні методи (досліди, вправи, лабораторні та практичні роботи); 3) наочні методи (демонстрації, презентації); 4) бінарні методи (наприклад, здійснення проблемного спареного пошуку (взаємодія «учень-педагог», одночасне виконання поставленого завдання за сприяння інших учнів, «асистентів», робота мінілабораторії, проведення навчальної польової експедиції тощо).

Основні типи практичних завдань, які ставляться на заняттях з метою розвитку в учня наукового типу мислення. Для реалізації власного STEM-проєкту на початковому етапі занять необхідним є набуття учнем навичок дослідницької роботи, критичного мислення, уміння здійснювати порівняння та аналіз. Ефективними для формування таких навичок є практичні завдання, пов'язані з роботою з електронними архівами геопросторових даних, використанням спеціальних програмних додатків для статистичної обробки числових рядів у цих архівах; розробкою спеціалізованих таблиць та складанням власних баз даних. Цікавим доповненням на 1 етапі є робота над власним фото – та відеоархівом заданої тематики (наприклад, Атлас хмар, форми гало та вінців, фотофіксація динаміки рівня води в річці тощо). На 2 етапі доповнюємо це завданнями, пов'язаними з побудовою графіків, діаграм, картограм та картодіаграм, що наочно демонструють динаміку параметрів географічної оболонки. На 3 етапі слухач вчиться критично аналізувати інформацію про природні явища та процеси, розрізняти причинно-наслідкові явища, враховувати «людський чинник», виокремлювати ймовірні помилки в архівах тощо. Наприклад, виконується завдання з аналізу метеорологічного архіву в населеному пункті, де живе учень; у числовий ряд показників температури повітря вносяться свідомі помилки (аномально високе чи низьке значення показника). Завдання, що ставиться, – не тільки виявити ці помилки, але також пояснити хід та логіку їх виявлення. Такі завдання дозволяють сформувати вміння самостійного аналізу трендів числових рядів показників, пошуку та виявлення тенденцій і закономірностей у розвитку природних процесів.

Виходячи з власного досвіду викладання, *алгоритм розробки* якісного STEM-проєкту, здійснення слухачем секції чи гуртка пошукової діяльності та дослідження власної наукової теми можна представити так: демонстрація яскравих прикладів готових проєктів (науково-пошукових робіт) – формулювання індивідуального завдання кожному учневі з урахуванням його власних уподобань та здібностей – пояснення етапів виконання роботи з покроковими інструкціями – демонстрація виконання окремого тестового завдання викладачем – самостійна робота слухачів з консультаціями керівника – поетапний та прикінцевий контроль завершеної виконаної роботи.

Інформаційні ресурси, що використовуються в ході занять та роботи над STEM-проєктами. Інформаційні ресурси, які можуть стати надійним інструментом для реалізації наукових учнівських проєктів, ми згрупували за їх типом і можливостями використання в такі групи:

1. Геоінформаційні та картографічні онлайн сервіси (Google Maps, Google Earth, ESRI online, GISFile, Cartoo, DataWrapper та ін. [27], [28]) надають багато можливостей отримання геопросторової інформації, та, що особливо важливо, складання власних цифрових інтерактивних карт різного рівня деталізації та складності. Більшість з названих сервісів є безкоштовними (принаймні в базовій функціональності, якої цілком

вистачає для учнівських проєктів) та не потребують (окрім десктопної версії Google Earth) встановлення спеціального програмного забезпечення.

2. Електронні метеорологічні сервіси, як правило, відображають у режимі реального часу (за фактичними даними або за розрахунковими моделями) просторовий розподіл повітряних мас, температуру та вологість повітря, атмосферний тиск, випадання опадів тощо. (SAT24, Windy, Ventusky, Blitzortung, RainViewer, EarthWindMap, ECA&D та ін.). Частина з них також надає архівні дані та короткострокові прогнози.

3. Спеціалізовані тематичні геопортали. Вони дозволяють отримати великі масиви спеціалізованої офіційної інформації, потрібної для багатьох дослідницьких проєктів. Серед тематичних геопорталів виділимо доступні для використання: Геопортал ДЗЗ України, Публічна кадастрова карта України, Геопортали геологічної будови та мінеральних ресурсів України від ДП Геоінформ, геопортал EmeraldNetwork, портал зміни лісистості GlobalForestChange, геопортали окремих об'єктів природно-заповідного фонду: національні природні парки, природні заповідники.

4. Сервіси, що надають доступ до космічних знімків (LandViewer від EOS DATA Analytics, USGS LandSat, Sentinel-HUB, Worldview.earthdata від NASA, Planet Explorer від PlanetLabs та ін. [29]) Названі ресурси представляють собою браузерні платформи для селективного перегляду актуальних та архівних космічних знімків. Більшість із них використовують спільну базу безкоштовних знімків (найчастіше – із супутників LandSat-8 і Sentinel-2, нові знімки з яких з'являються кілька разів на місяць), але мають відмінні алгоритми візуалізації та обробки таких зображень. Базові функції доступні безкоштовно, в окремих сервісах необхідна реєстрація. Planet Explorer має 14-денну демонстраційну версію, але при реєстрації в якості студента/дослідника надається повноцінний доступ із незначним обмеженням по обсягу даних або по охопленню території дистанційного моніторингу.

5. Онлайн сервіси екологічного моніторингу (EcoCity, LuftDaten, SaveDnipro, Windy, CAMS European air quality, Aqicn, Waqi та ін.) переважно інтегрують на картографічних моделях фактичні та змодельовані дані по якості довкілля (найчастіше атмосферного повітря), отримані як із супутників, так і з наземних станцій контролю. Завдяки цим сервісам можна отримати поточні чи архівні дані щодо вмісту пилу, чадного газу, діоксиду нітрогену тощо та оцінити можливості поширення забруднень на різних територіях.

Використання перерахованих ресурсів дозволяє здійснити власне наукове дослідження незалежно від того, де проживає слухач, де він навчається. ІКТ при належному використанні надають рівні можливості жителям маленьких міст і сіл та мегаполісів. Зазначимо, що для роботи секцій регіональних відділень МАНУ чи центрів дитячої науково-технічної творчості важливим є залучення слухачів з районів, а не лише вихованців ЗЗСО обласного центру.

Використання вказаних сервісів також забезпечує реалізацію наукових робіт слухачів у тому вигляді та за таким алгоритмом, у якому вони знаходяться у STEM-проєкті. Постановка наукової проблеми, формулювання мети та завдань для її вирішення (Science) передбачає активне залучення інформаційних технологій для реалізації даної мети і завдань (Technology). Обробка числових даних, статистичні розрахунки, побудова графіків та діаграм, компонування власних карт неможливе без математичних знань (Mathematics). Як показав наш досвід, далі настає етап інжинірингу (Engineering): виникають ідеї про під'єднання до цікавих онлайн мереж (наприклад, «Eco-city» чи «Blitzortung.org»), розробки власних приладів чи датчиків, створення своїх сайтів тощо. Разом з тим непомітно додається ще один компонент навчального творчого пошуку – мистецький (Art): щоб оформити графічні ілюстрації та

карти, розробити презентацію чи постер проєкту, зробити привабливим та оригінальним свій сайт, юні дослідники активно тестують свої художні здібності. У такий спосіб слухач секції чи гуртка залучається до STEAM-проєктування (Science – Technology – Engineering – Art – Mathematics).

Зупинимося детальніше на окремих прикладах реалізації таких проєктів з використанням ІКТ.

Проєкт «Дослідження динаміки грозової діяльності на Волині та в Україні за даними онлайн ресурсу «Blitzortung.org».

У наш час активного розвитку інформаційних технологій з'являються новітні методи спостереження за природними процесами, зокрема в онлайн режимі. Прикладом цього є робота онлайн сервісу Blitzortung.org, що набув великої популярності за кордоном, але ще маловідомий в Україні. Онлайн ресурс "Blitzortung.org" – це співтовариство власників датчиків грозопеленгації, програмістів та інших фахівців, які розробляють і реалізовують алгоритми для візуалізації грозових розрядів на картах різних регіонів світу. Онлайн карти ресурсу дозволяють у режимі реального часу спостерігати за виникненням блискавок у всьому світі. Накопичено і чималий архів таких карт (з 2005 – 2008 рр., залежно від регіону). Саме на основі аналізу архівних карт у межах реалізації проєкту було досліджено динаміку грозових явищ на території Волинської області та території всієї України за останні десятиліття. У наш час стихійні небезпечні явища виникають у світі все частіше як прояви глобальних змін клімату. Проєкт дозволив перевірити це припущення на прикладі аналізу динаміки гроз у регіонах України.

На рис. 1 представлено розроблений алгоритм роботи з Інтернет-ресурсом Blitzortung.org, який використовувався в ході навчання слухачів секцій Волинської обласної Малої академії наук (відділення «Науки про Землю»).

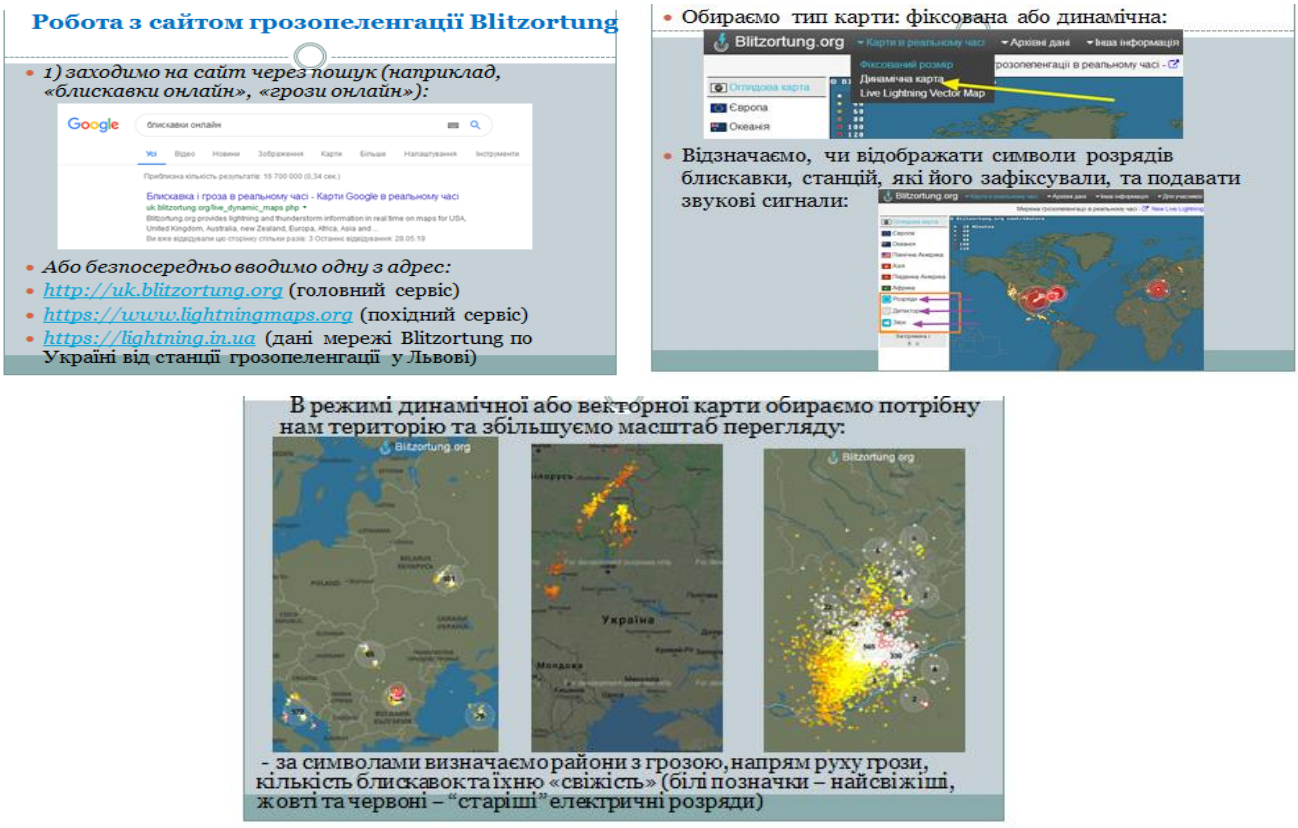

Рис.1. Ілюстрована методика роботи з онлайн ресурсом грозопеленгації Blitzortung.

У результаті розробки даного проєкту у співавторстві з слухачами було опубліковано 12 науково-популярних та наукових праць, учнівські роботи представлялись на конкурсах (Всеукраїнський конкурс-захист наукових робіт МАН, Міжнародний конкурс учнівської та студентської молоді «Мій рідний край») та здобували перемоги. У національному фіналі Міжнародного конкурсу «Інтел-Еко-2019» (5-8 лютого 2019 р.) наш "Проект під'єднання Волинської області до онлайн ресурсу грозопеленгації Blitzortung.org" (рис.2) отримав спеціальну відзнаку Американської Метеорологічної Асоціації.

Матеріали проєкту також були опубліковані в дитячому науково-популярному журналі «Колосок» [30], а це, зокрема, - перший авторський гонорар школяра Андрія Павлуся за власну розумову працю, що є вагомим матеріальним стимулом для подальшої роботи.

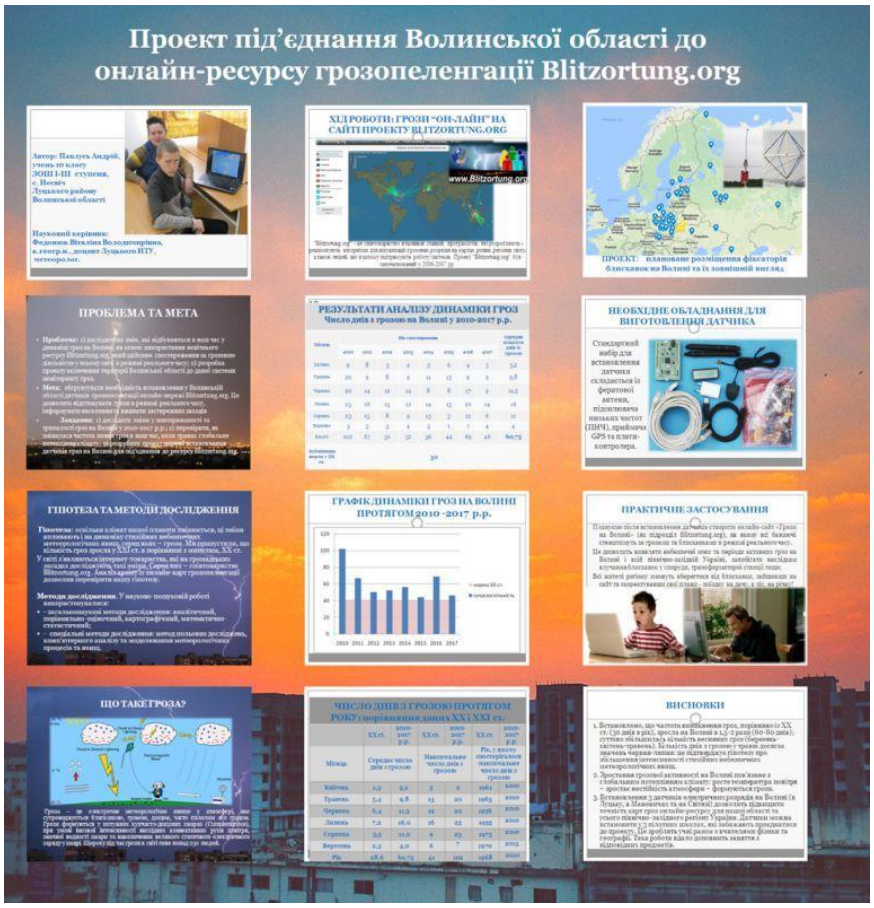

Рис.2. Приклад оформлення постера STEM-проєкту (для конкурсу «Інтел-Еко»).

Проєкт «Дослідження динаміки та хімічного складу атмосферних опадів на Волині в контексті глобальних кліматичних змін та можливості вдосконалення моніторингу опадів».

При розробці цього проєкту послідовно реалізовувалися наступні етапи з використанням відповідних інформаційних сервісів та програм:

- формування бази даних випадання атмосферних опадів в останні десятиліття для території Волинської області (6 метеостанцій) за даними електронних архівів погоди;
- математико-статистичний аналіз та графічне унаочнення отриманих результатів за допомогою використання *MS Excel;*

- розробка картограм сум опадів з використанням програми *GS Surfer;*
- розширення дослідження на прилеглі регіони (опрацьовано електронні архіви 17 метеостанцій Північно-Західного Полісся, зокрема Республіки Білорусі, Польщі);
- розробка проєкту недержавної альтернативної мережі спостережень за опадами;
- розробка моделі прилада для здійснення такого моніторингу – автоматизованого модуля контролю еколого-хімічних показників опадів «ДОЩ-КОНТРОЛЬ» на платформі мікроконтролера ArduinoMicro.

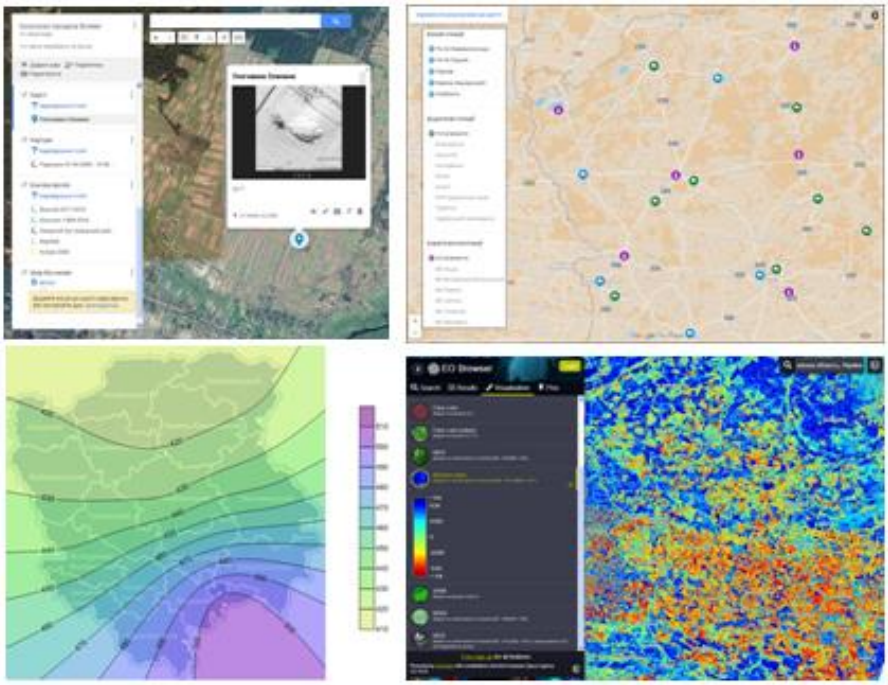

Рис.3. Приклади створених цифрових карт у рамках виконання учнівських проєктів (створені у GoogleMaps, GS Surfer, Sentinel HUB).

Зауважимо, що спочатку робота мала суто географічний характер, але зі зростанням обізнаності та зацікавленості учня, проєкт було доповнено рядом технічних аспектів завдяки вивченню та використанню спеціалізованих ІКТ, а пізніше, після консультацій з фахівцями відділення електроніки МАНУ, здійснено розробку принципової моделі метеорологічного приладу.

У результаті роботи над даним проєктом у співавторстві зі слухачами секції «Кліматологія та метеорологія» ВО МАН було опубліковано понад 10 наукових та науково-популярних праць (як в Україні, так і за кордоном). Головний проєктант, Орест Костів, стипендіат Президента України, три роки поспіль був серед дипломантів ІІІ етапу Всеукраїнського конкурсу-захисту наукових робіт МАНУ, став переможцем Національного фіналу Міжнародного конкурсу «Інтел-Еко-2019» у номінації «Науки про Землю» та фіналістом конкурсу «Всеукраїнський юнацький Водний приз – 2019» (національного етапу міжнародного конкурсу Stockholm Junior Water Prize).

Проєкт «Застосування інформаційних методів дослідження екзогенних геологічних процесів на Волині». Досить активно слухачі залучаються до розробки інтерактивних картографічних творів, приклади таких досліджень представлені в проєкті «Застосування інформаційних методів дослідження екзогенних геологічних процесів на Волині». Протягом 3 років роботи над ним слухачі-проєктанти, послідовно рухаючись разом з педагогом від простого до складнішого, розробили: 1) інтерактивну

карту місць проявів карсту на території Волинської області «Стежками Тутковського» (видатного дослідника природи Полісся, одного з 12 перших академіків Української академії наук); 2) методику ГІС-оцінки динаміки ярів та кар'єрів у регіоні на основі аналізу космічних знімків; 3) інтерактивну карту «Екзогенні геологічні процеси Волині» (на якій до більшості нанесених об'єктів прив'язані кілька космічних знімків за різні роки, щоб можна було оцінити їхню динаміку). Для отримання та опрацювання вихідної інформації використано геоінформаційні системи – MapInfo та Google Earth Pro. Вихідними матеріалами для роботи слугували тематичні наукові статті та книги, карти Атласу Волинської області, дані управління земельних ресурсів та Рівненської геологічної експедиції, космічні знімки сервісу Google Earth. Автор цього проєкту Мозолюк Антон у 2020 р. став призером Всеукраїнського конкурсу-захисту наукових робіт МАНУ у секції геології, геохімії та мінералогії. Створені учнями карти розміщені також на спеціалізованому сайті про природу Волині – ecology.volyn.ua.

Проєкт «Розробка інформаційного ресурсу «ПОГОДАТРИКОТИ» – вебсайту для метеочутливих людей». Окремо варто звернути увагу на такий цікавий напрямок застосування ІКТ у дослідницькому проєктуванні, як розробка власних інформаційних ресурсів (сайти, портали, відеоблоги тощо). Це – мейнстрім сучасної молоді, тому, як правило, після пошуку ідеї та обговорення концепції такого ресурсу роль педагога зводиться до консультування та спрямовування роботи в потрібне русло. Як приклад наведемо короткий опис проєкту, реалізація якого була розпочата у 2019 р., проте авторка вже здобула ряд нагород на всеукраїнських конкурсах. Це «Проєкт інформаційного ресурсу «ПОГОДАТРИКОТИ» – вебсайту для метеочутливих людей. Завдання даного проєкту полягали в дослідженні динаміки показників метеочутливості різних вікових груп; перевірці достовірності даних щодо «омолодження» проблеми метеочутливості; аналізі рівня метеочутливості людини до окремих погодно-кліматичних чинників; розробці спеціального інформаційного ресурсу для тих, хто відчуває залежність свого самопочуття від змін погоди. На рис. 4 подано постер даного проєкту, що представлявся в лютому 2020 р. у м. Києві на національному фіналі конкурсу «ЕКО-Україна-2020» (Роїк Іоанна, 9 клас, диплом ІІІ ступеня).

Рис.4. Постер представлення основних результатів учнівського проєкту інформаційного ресурсу «ПОГОДАТРИКОТИ»

Ресурс активно розвивається, ознайомитись із створеним вебсайтом, пройти тестування вашої метеочутливості, визначити, чи сприятливою є погода сьогодні можна за посиланням: https://pogoda3kota.blogspot.com/

Підсумуємо основні результати, досягти яких нашим вихованцям допомогло саме комплексне використання ІКТ у їх позашкільній науково-дослідницькій діяльності:

- протягом останніх 5 років авторами даної статті в співавторстві із слухачами стаціонарних секцій МАН було опубліковано близько 40 наукових та науково-популярних праць, серед яких є тези конференцій, науково-популярні статті в дитячих журналах, статті у вітчизняних і зарубіжних наукових журналах, фахові наукові статті. Ряд цих публікацій вийшло друком за кордоном;
- щороку учнівські проєкти та їх автори, наші юні дослідники, здобувають призові місця на молодіжних конкурсах наукових робіт (Всеукраїнський конкурс-захист науково-дослідницьких робіт слухачів-членів Малої академії наук України, національний фінал Міжнародного конкурсу "Інтел-Еко", «Еко-Україна», Міжнародний конкурс «Мій рідний край» та ін.);
- слухачі щороку стають переможцями та призерами шкільних олімпіад різних рівнів з фахового предмету (географія) та споріднених предметів (біологія, історія, хімія), вони – активні члени волинських команд-призерів Всеукраїнських турнірів юних географів, команди «Креатив» ВО МАН, яка двічі була фіналістом
- Всеукраїнського інтернет-турніру з природничих дисциплін (ВПД-2017 – 1 місце у фіналі, ВПД-2018 – 2 місце у фіналі).

5. ВИСНОВКИ І ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Отже, застосування ІКТ у ході підготовки та розробки наукових дослідницьких STEM-проєктів у системі позашкільної природничо-географічної освіти дозволяє виконати ряд дидактичних, виховних, а також профорієнтаційних завдань:

- сформувати у слухачів компетентності у сфері роботи з інформаційними ресурсами, прикладними програмами, архівними базами даних, що можуть використовуватись для наукової та навчальної діяльності;
- розвинути уміння здійснювати опис, аналіз, порівняння різних джерел інформації та здатність до критичного мислення;
- сформувати та закріпити навички командної роботи, розвинути лідерські якості;
- сформувати та зміцнити в учнів ряд умінь і навичок, які узагальнено прийнято називати «soft skills» (комунікація, обстоювання власної думки, здатність шукати компромісні рішення, уміння працювати в колективі тощо);
- закріпити у слухачів володіння інструментальним апаратом та вміння використовувати можливості безмежного інформаційного простору для предметної діяльності, практичної роботи, навчання та саморозвитку, а в майбутньому, цілком можливо, і для своєї професійної реалізації.

Перспективи подальших досліджень. На основі проведеного аналізу основних етапів розробки та реалізації учнівських STEM-проєктів природничо-географічного спрямування окреслимо перспективи продовження та розширення даного дослідження за такими напрямами:

- розробка нових навчальних методик, що ґрунтуються на використанні прикладних природничо-географічних онлайн сервісів;

– упорядкування та структуризація напрацьованих алгоритмів навчальної і науково-дослідницької роботи з наявними онлайн сервісами;
– організація роботи у Волинському територіальному відділенні МАНУ секції «ГІС та ДЗЗ»; участь слухачів у Всеукраїнському конкурсі «Еко-погляд» та інших конкурсах і програмах даного спрямування;
– публікація отриманих результатів, оприлюднення для впровадження у педагогічну практику.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

[1] Методичні рекомендації щодо розвитку STEM-освіти у закладах загальної середньої та позашкільної освіти у 2019/2020 навчальному році. Лист ІМЗО № 22.1/10-2876 від 22.08.19 року – Міністерство освіти і науки України, Державна наукова установа Інститут модернізації змісту освіти, № 22.1/10-2876 від 22 серпня 2019 року. [Електронний ресурс]. Доступно: https://osvita.ua/legislation/Ser_osv/65463/. Дата звернення: Січ. 09, 2020.

[2] В. Ю. Биков, О. М. Спірін, та О. П. Пінчук, «Проблеми та завдання сучасного етапу інформатизації освіти», Наукове забезпечення розвитку освіти в Україні: актуальні проблеми теорії і практики (до 25-річчя НАПН України), с. 191-198, 2017.

[3] В. Ю. Биков та ін., *Засоби інформаційно-комунікаційних технологій єдиного інформаційного простору системи освіти України*. Київ, Україна: Педагогічна думка, 2010, 160 с.

[4] В. В. Осадчий, та К. П. Осадча, «Сучасні реалії і тенденції розвитку інформаційно-комунікаційних технологій в освіті», Інформаційні технології і засоби навчання, 48, вип. 4., с. 47-57, 2015.

[5] K Dékány, GIS in Secondary Education in Hungary - Experiences in Lessons and in a Study Group, de Miguel González R., Donert K., Koutsopoulos K. (eds) *Geospatial Technologies in Geography Education, Key Challenges in Geography (EUROGEO Book Series)*. Springer, Cham, 2019, DOI https://doi.org/10.1007/978-3-030-17783-6_12.

[6] І. Д. Малицька, «Напрямки розвитку сучасних систем освіти європейських країн», Інформаційні технології в освіті, вип. 12, с. 174-179, 2012.

[7] О. С. Зубченко, «Проблеми впровадження новітніх педагогічних технологій в освітній процес загальноосвітніх шкіл Західної Європи», Рідна школа, № 9–10, с .75–78, 2005.

[8] Л. М. Даценко, «Основи геоінформаційних систем та технологій у шкільних курсах за кордоном», Освіта та краєзнавство, № 1, с. 197-205, 2011.

[9] J. Wilsz, «Umieejetnosci potrzebne nauczycielowi techniki do skutecznego komunikowania sie z uczniami», Techika-Informatyka-Edukacja. Teoretyczne i praktyczne problem edukacji informatycznej, t. IX, Rzeszow, 189 p, 2008.

[10] В. В. Борисов, І. Г. Вільш, та С. А. Батурін, «Зміст інформаційної культури вчителя», у зб. наук. праць *Гуманізація навчально-виховного процесу*, № LIV, с. 20–27, 2011.

[11] О. Готько, та О. Чайковська, «Інформаційно-комунікаційні технології – як сучасний засіб навчання в освіті», Молодь і ринок, № 4, с. 130-134, 2015. [Електронний ресурс]. Доступно: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Mir_2015_4_28. Дата звернення: Лип. 10, 2018.

[12] Г. П. Пустовіт, та Л. В. Тихенко, *Позашкільна освіта: дидактичні основи методів навчально-виховної роботи*, Кн.2. Суми, Україна: ВТД «Університетська книга», 2008, 272 с.

[13] Л. В. Тихенко, «Сучасні підходи до використання інформаційно-комунікаційних технологій у позашкільній освіті», Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології, № 1 (11), с.365-374, 2011.

[14] М.А. Попова, та С.М. Бревус, «Середовище навчально-дослідницької діяльності учнів на основі поєднання онтологічного інтерфейсу і ГІС-технологій», Інформаційні технології і засоби навчання, 40, вип. 2, с. 107-114, 2014.

[15] С. М. Грищенко, "Формування мотивації в процесі вивчення природничих дисциплін на основі інтерактивних інформаційних технологій", Вісник Інституту розвитку дитини. Серія: Філософія, педагогіка, психологія, № 25, с. 86-90, 2012.

[16] Концепція розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) [Електронний ресурс]. Доступно: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/960-2020-%D1%80#n8. Дата звернення: Гру. 18, 2020.

[17] Д. Шулікін, «STEM-освіта: готувати до інновацій», Освіта України, № 26, с. 8-9, 2015.

[18] E. Baran, S. Bilici, C. Mesutoglu, C.Ocak, C. (2016). Moving STEM beyond schools: Students' perceptions about an out-of-school STEM education program, International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology, 4(1), 9-19. DOI:10.18404/ijemst.71338

[19] A. P. Carnevale, N. Smith, M. Melton, «STEM. Executive summary». [Електронний ресурс]. Доступно: https://cew.georgetown.edu/wp- content/uploads/2014/11/stem-execsum.pdf. Дата звернення: Груд. 25, 2019.
[20] С. О. Довгий, С. М. Бабійчук, Л. Я. Юрків, Т. Л. Кучма, О.В. Томченко, та С. О. Данилов, «Застосування супутникових знімків у дослідницьких роботах учнів Малої академії наук України», Інформаційні технології і засоби навчання, 80, вип. 6, с. 21-38, 2020.
[21] О. О. Артем'єва, Г. А. Литвинчова, та С. О. Лихота, *Програми з позашкільної освіти. Дослідницько-експериментальний напрям. Основи науково-дослідницької діяльності*. Київ, Україна, 2013, 43 с.
[22] Н. Р. Балик, та Г. П. Шмигер, «Підходи та особливості сучасної STEM-освіти», Фізико-математична освіта: науковий журнал, вип. 2 (12), с. 26-30, 2017.
[23] О. Лозова, та Н. Гончарова, «Засоби STEM-навчання. Роль засобів STEM-навчання у формуванні навичок дослідницької діяльності, засвоєнні науково-технічних знань та розвитку креативного мислення», Методист, № 9(69), с. 28-30, 2017.
[24] P. Smudde, The use of extracurricular interdisciplinary project-based teams in higher education as a catalyst for actionable knowledge, Business Education Innovation Journal, Vol. 11 Issue 1, p126-136, 2019
[25] Н. С. Пушкар, *Географія: навчання і розвиток учнів через проектну діяльність*. Луцьк, Україна: ВІППО, 2011, 86 с.
[26] Круглий стіл «STEM-світ інноваційних можливостей», Інститут модернізації змісту освіти. [Електронний ресурс]. Доступно: http://www.imzo.gov.ua/2015/10/krugliy-stil-stem-svit-innovatsienih-mozhlivostey/. Дата звернення: Квіт. 09, 2020.
[27] В. В. Федонюк, М. А. Федонюк, та С. Г. Панькевич, «Досвід використання програми Google Earth при викладанні географічних дисциплін», Інформаційні технології і засоби навчання, № 6 (38), с.138-148, 2013.
[28] G. Sinha, T.A. Smucker, E. J. Lovell, K. Velempini, S.A. Miller, D. Weiner & E. Wangui, The Pedagogical Benefits of Participatory GIS for Geographic Education, Journal of Geography, No 116:4, pp165-179, DOI: 10.1080/00221341.2016.1215488
[29] І. П. Ковальчук, та А. І. Ковальчук, «Геоінформаційно-картографічне забезпечення функціонування об'єднаних територіальних громад», Історія та методологія географії. Наукові записки, № 2, с.4-12, 2019.
[30] А. Павлусь, та В. Федонюк, «Грім і блискавка!», Науково-популярний природничий журнал для дітей «Колосок», Львів, Україна: СТ «Міські інформаційні системи», № 5, с. 38-45, 2018.

Матеріал надійшов до редакції 20.05.2020 р.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИКТ ПРИ РАЗРАБОТКЕ STEM-ПРОЕКТОВ В ПРИРОДОВЕДЧЕСКО-ГЕОГРАФИЧЕСКОМ ВНЕШКОЛЬНОМ ОБРАЗОВАНИИ

Федонюк Виталина Владимировна
кандидат географических наук, доцент, доцент кафедры экологии и агрономии
Луцкий национальный технический университет, г. Луцк, Украина
ORCID ID 0000-0002-1880-6710
ecolutsk@gmail.com

Федонюк Николай Ананьевич
кандидат географических наук, доцент, доцент кафедры экологии и агрономии
Луцкий национальный технический университет, г. Луцк, Украина
ORCID ID 0000-0002-4034-3695
m.fedoniuk@lntu.edu.ua

Пушкар Надежда Степановна
Народный учитель Украины, преподаватель
Луцкий педагогический колледж, г. Луцк, Украина
pushkardream49@gmail.com

Аннотация. В статье показаны возможности применения информационно-коммуникационных технологий в работе педагога внешкольного учреждения в процессе

разработки STEM-проектов естественно-географического направления. Исследование базируется на собственных наработках коллектива авторов, имеющих опыт руководства секциями экспериментально-исследовательского характера Малой академии наук (МАН) Украины и географическими кружками. Проанализированы возможности выполнения практических работ с использованием электронных баз геопространственных данных. Описаны отдельные особенности работы с прикладными сервисами и программами, которые позволяют разрабатывать ученические научные проекты в области метеорологии, климатологии, географии, геологии и геоэкологии. Указан перечень возможных практических работ с использованием этих сервисов. Приведены примеры практических заданий для учащихся в процессе выполнения ими своих STEM-проектов. Разработаны учебные алгоритмы работы с рядом прикладных онлайн-сервисов (например, Blitzortung). Проанализированы типы задач для выполнения научных исследований и разработки собственных STEM-проектов с учетом возрастных особенностей учащихся. Показаны возможности совершенствования выполнения практических и лабораторных работ по дисциплинам географического и геоэкологического цикла с помощью информационно-коммуникационных технологий в учреждениях внешкольного образования. Представлен опыт собственных наработок в сфере возможностей усовершенствования дидактических приемов, а также методов разработки и проведения практических кружковых занятий географического и геоэкологического направления. Показано, что процесс разработки STEM-проектов требует решения многих организационных, психолого-педагогических, учебно-методических вопросов: разработка соответствующего учебно-методического сопровождения, развитие творческих способностей, познавательной и креативной активности, формирование культуры и индивидуального стиля научно-исследовательской деятельности. Подчеркнуто особое значение использования ИКТ во внешкольном образовании экспериментально-исследовательского направления, которое способствует появлению новых образовательных возможностей, перспективных форм, методов и средств обучения.

Ключевые слова: внешкольное образование; прикладные программы; науки о Земле; практическое занятие; геоинформационные системы; STEM-проект; внешкольные учебные учреждения.

ICT APPLICATION IN THE DEVELOPMENT OF STEM-PROJECTS IN GEOSCIENCE EXTRACURRICULAR EDUCATION

Vitalina V. Fedoniuk
PhD of Geography Sciences, Associate Professor, Department of Ecology and Agronomy
Lutsk National Technical University, Lutsk, Ukraine
ORCID ID 0000-0002-1880-6710
ecolutsk@gmail.com

Mykola A. Fedoniuk
PhD of Geography Sciences, Associate Professor, Department of Ecology and Agronomy
Lutsk National Technical University, Lutsk, Ukraine
ORCID ID 0000-0002-4034-3695
m.fedoniuk@lntu.edu.ua

Nadia S. Pushkar
People's Teacher of Ukraine, teacher
Lutsk Pedagogical College, Lutsk, Ukraine
pushkardream49@gmail.com

Abstract. Possibilities of application of information and communication technologies in work of the teacher of out-of-school institutions in the course of development of STEM-projects of a natural-geographical direction are shown. The study is based on the work of a team of authors who have long managed experience of the research and experimental sections of the Junior Academy of Sciences (JAS) of Ukraine as well as geographical circles. Possibilities of performance of practical works with use of electronic databases of geospatial data are analyzed. Some features of work with applied services and software that allow developing student research projects in the field of

meteorology, climatology, geography, geology and geoecology are described. Examples of practical tasks for the students in the process of STEM-projects are given. Training algorithms for working with a number of applied online services (for example, Blitzortung) have been developed. The types of tasks for research and development of own STEM-projects taking into account the age features of students are analyzed. Possibilities of improvement of performance of practical and laboratory works on disciplines of a geographical and geoecological cycle by means of information and communication technologies in establishments of out-of-school education are shown. The own experience on possibilities of perfection of teaching techniques and methods of development and conducting practical classes of the geographical circles in out-of-school educational is covered. It is shown that the process of STEM-projects development requires solving many organizational, psychological-pedagogical, educational-methodical issues: development of appropriate educational-methodical support, formation of culture of research work, development of creative abilities, cognitive and creative activity of listeners, formation of individual style of their scientific activities. The special role of ICT use in out-of-school education of research and experimental direction is estimated, which promotes the emergence of new educational opportunities advanced forms, methods and means of education.

Keywords: extracurricular education; training programs; geographical disciplines; practical work; geographic information systems; STEM-project; out-of-school educational institution.

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

[1] State Scientific Institution “Institute of Education Content Modernization”. 10-2876 (dated 22.08.19) *Letter of IMZO № 22.1 Guidelines for the development of STEM-education in general secondary and out-of-school education institutions in the 2019/2020 academic year*. [Online]. Available: https://osvita.ua/legislation/Ser_osv/65463/. Accessed on: Jan. 09, 2020 (in Ukrainian).

[2] V.Bykov, O. Spirin, O. Pinchuk, Problems and tasks of the modern stage of education informatization. *Naukove zabezpechennya rozvytku osvity v Ukrayini: aktual'ni problemy teoriyi i praktyky (do 25-richchya NAPN Ukrayiny)*, 2017, pp 191–198. (in Ukrainian)

[3] V. Bykov (edit.), *Means of information and communication technologies of the common information space of the education system of Ukraine*. Kyiv. Ukraina: Pedahohichna dumka, 2010. (in Ukrainian)

[4] V. Osadchyi, P. Osadcha, Modern realities and trends of information and communication technologies development in education, *Information Technologies and Learning Tools*, no. 48, vol 4, pp 47-57, 2015. (in Ukrainian)

[5] K Dékány, GIS in Secondary Education in Hungary - Experiences in Lessons and in a Study Group, de Miguel González R., Donert K., Koutsopoulos K. (eds) *Geospatial Technologies in Geography Education, Key Challenges in Geography (EUROGEO Book Series)*. Springer, Cham, 2019, doi: https://doi.org/10.1007/978-3-030-17783-6_12.

[6] I. Malytska, Directions of development of modern education systems of European countries, *Informatsiini tekhnolohii v osviti*, vol. 12, pp 174-179, 2012. (in Ukrainian)

[7] O. S. Zubchenko, Problems of implementation of the newest pedagogical technologies in educational process in secondary schools of Western Europe, *Ridna shkola*, No 9-10, pp 75-78, 2005. (in Ukrainian)

[8] L. Datsenko, Basic principles of geoinformational systems and Technologies knowledge teaching in schools abroad, *Osvita ta krajeznavstvo*, no. 1, pp 197-205, 2011. (in Ukrainian)

[9] J. Wilsz, The skills needed for a technique teacher to communicate effectively with students, Technika-Informatyka-Edukacja. *Teoretyczne i praktyczne problem edukacji informatycznej*, vol. IX, Rzeszow, 2008. (In Polish)

[10] V. Borysov, I. Vilsh, S. Baturin, The content of the teacher's information culture, *Humanizatsiia navchalno-vykhovnoho protsesu*, No LIV, pp 20-27, 2011. (in Ukrainian)

[11] O. Hotko, O. Chaikovska, Information and communication technologies as a modern teaching tool in education, *Molod i rynok*, no. 4 (123), pp 130-134, 2015. (in Ukrainian)

[12] [12] H. P. Pustovit, L.V. Tykhenko, *Extracurricular education: didactic bases of methods of educational work*, vol.2. Sumy, Ukraina: VTD «Universytetska knyha», 2008 (in Ukrainian)

[13] V. Tykhenko, Modern approaches to the use of information and communication technologies in extracurricular education, *Pedahohichni nauky: teoriia, istoriia, innovatsiini tekhnolohii*, no. 1 (11), pp.365-374, 2011. (in Ukrainian)

[14] M. Popova, S. Brevus, The space of educational research activity of students based on association ontologically interface and GIS-technologies, *Information Technologies and Learning Tools*, no. 40, vol 2, pp 107-114, 2014. (in Ukrainian)

[15] S. Hryshchenko, Formation of motivation in learning of natural sciences based on interactive information technologies, *Visnyk Instytutu rozvytku dytyny. Seriia: Filosofiia, pedahohika, psykholohiia*, no. 25, pp 86-90, 2012. (in Ukrainian)
[16] *The concept of STEM-education in Ukraine*. [Online]. Available: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/960-2020-%D1%80#n8 Accessed on: Dec. 18, 2020. (in Ukrainian)
[17] [17] D. Shulikin, STEM education: preparing for innovation, *Osvita Ukrainy*, No 26, 2015. (in Ukrainian)
[18] E. Baran, S. Bilici, C. Mesutoglu, C.Ocak, C. (2016). Moving STEM beyond schools: Students' perceptions about an out-of-school STEM education program, *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 4(1), pp. 9-19. doi:10.18404/ijemst.71338.
[19] A. P. Carnevale, N. Smith, M. Melton, «*STEM. Executive summary*». [Online]. Available: https://cew.georgetown.edu/wp- content/uploads/2014/11/stem-execsum.pdf. Accessed on: Dec. 25, 2019.
[20] S. Dovgyi, S. Babiichuk, L. Iurkiv, T. Kuchma, Tomchenkoo & S. Danilov, (2020). Application of satellite images in pupils' research activities of the Junior Academy of Sciences of Ukraine . *Information Technologies and Learning Tools*, no.80(6), pp.21-38. (in Ukrainian)
[21] O. Artemieva, H. Lytvynchova, S.Lykhota, *Extracurricular education programs. Research and experimental direction. Fundamentals of research activities*. Kyiv, Ukraina, 2013. (in Ukrainian)
[22] N. R. Balyk, H. P. Shmyher, Approaches and peculiarities of modern stem education, *Fizyko-matematychna osvita: naukovyi zhurnal*, vol. 2 (12), pp26-30, 2017. (in Ukrainian)
[23] O. Lozova, N. Honcharova, STEM training tools. The role of STEM-learning tools in the formation of research skills, the acquisition of scientific and technical knowledge and the development of creative thinking, *Metodyst*, no. 9(69), pp28-30, 2017. (in Ukrainian)
[24] P. Smudde, The use of extracurricular interdisciplinary project-based teams in higher education as a catalyst for actionable knowledge, Business Education Innovation Journal, Vol. 11 Issue 1, p126-136, 2019
[25] N. S. Pushkar, *Geography: learning and development of students through project activities*, Lutsk, Ukraina: VIPPO, 2011. (in Ukrainian)
[26] STEM-world of innovative opportunities, *round table in State Scientific Institution "Institute of Education Content Modernization"*. [Online]. Available: http://www.imzo.gov.ua/2015/10/krugliy-stil-stem-svit-innovatsienih-mozhlivostey/. Accessed on: Apr 09, 2020. (in Ukrainian)
[27] V. Fedoniuk, M. Fedoniuk, S. Pankevych. Experience of Google Earth use when teaching geographical disciplines, *Information Technologies and Learning Tools*, no. 38, vol. 6, pp 138-148, 2013. (in Ukrainian)
[28] G. Sinha, T.A. Smucker, E. J. Lovell, K. Velempini, S.A. Miller, D. Weiner & E. Wangui, The Pedagogical Benefits of Participatory GIS for Geographic Education, Journal of Geography, no. 116:4, pp165-179, doi: 10.1080/00221341.2016.1215488.
[29] I. Kovalchuk, A. Kovalchuk. Geoinformational-cartographic supply of the Amalgamated community», *Istoriia ta metodolohiia geografii. Naukovi zapysky*, Ternopil, Ukraine, No 2, pp.4-12, 2019. (in Ukrainian)
[30] A. Pavlus, V. Fedoniuk, «Thunder and lightning!", *Popular science natural magazine for children «Kolosok»*, Lviv, Ukraine: ST «Miski informatsiini systemy», no. 5, pp 38-45, 2018. (in Ukrainian)

(cc) BY-NC-SA

This work is licensed under Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License.