



6. ПОШУКИ ОБДАРОВАНОСТІ



Жанна Іванівна Білик,
кандидат біологічних наук,
науковий співробітник відділу
створення навчально-тематичних
систем знань Національного
центру «Мала академія наук
України»,
м. Київ

ORCID ID 0000-0002-2092-5241



**Ігор Станіславович
Чернецький**,
кандидат педагогічних наук,
завідувач відділу створення
навчально-тематичних систем
знань Національного центру
«Мала академія наук України»,
м. Київ

ORCID ID 0000-0001-9771-7830



Наталія Іванівна Поліхун,
кандидат педагогічних наук,
провідний науковий співробітник
відділу інформаційно-
дидактичного моделювання
Національного центру
«Мала академія наук України»,
м. Київ

ORCID ID 0000-0002-0176-0752

УДК 372.857:37.033

РЕАЛІЗАЦІЯ STEM-ПІДХОДУ ДО НАВЧАННЯ У ПРОЦЕСІ КОМПЛЕКСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ПРИРОДНИХ ОБ'ЄКТІВ РІДНОГО КРАЮ

Анотація.

У статті обґрунтовано важливість комплексних досліджень природних об'єктів для реалізації STEM-підходу до навчання, означено умови їх організації. Оприлюднено досвід організації дослідження такого об'єкта на прикладі Кочубеївських штолень (с. Ганнівка, Кіровоградська обл.) за участі учнів двох шкіл Дніпропетровської та Кіровоградської областей. Подано розробки методичних підходів і дидактичних матеріалів, що є необхідними для проведення польового дослідження виявлення видів рослин, які можуть бути індикаторами забруднення території важкими металами. Було встановлено, що сольова витяжка з подорожника степового, який росте на забруднених територіях, має більшу кількість білків, тому цю рослину можна вважати вдалим об'єктом, що демонструє учням вплив металів на організм рослини.

Ключові слова: STEM-підхід; природний об'єкт; екскурсійне заняття; рослини-індикатори; важкі метали.

Людська цивілізація впевнено вступила в еру «ноосфери», що базується на стрімкому розвитку технологій. Високі технології дають змогу створювати «сферу розуму», про що понад століття тому мріяв всесвітньо відомий учений, наш співвітчизник В. І. Вернадський. Розбудова високотехнологічного виробництва залежить від здатності суспільства навчати розумних, творчих і завзятих людей, які воло-

діють упевненістю в собі та здатністю незалежно і критично мислити, співпрацювати, навчатися впродовж усього життя і використовувати нові знання, соціальні та технологічні інновації й адаптуватися до технологічних змін. Отже, перед сучасною середньою освітою стоїть завдання формування в учнів стійкої цікавості насамперед до природничо-математичних дисциплін, які є підґрунтям розвитку технологій,



оволодіння системою практичних навичок, необхідних для подальшого життя людини у техносфері, глибокого розуміння екології та природи. Цим завданням якнайкраще відповідає STEM-освіта як поєднання природничих дисциплін, технічної творчості, інженерії та математики [1]. Освіта в галузі STEM є основою підготовки робітників у сфері високих технологій у економічно розвинених країнах: Австралія, Китай, Велика Британія, Ізраїль, Корея, США, Сінгапур, Франція, Японія [2, с. 47].

На сучасному етапі в педагогічній спільноті України також актуалізовано освітній напрям STEM, ухвалено законодавчі рішення, які сприяють практичній реалізації, на етапі виконання перебувають наукові дослідження з проблем STEM-освіти. Теоретичне підґрунтя застосування STEM-технологій в освітньому процесі базується на проблемно-діяльнісному підході, який розробляли такі українські та закордонні науковці, як Л. Виготський, С. Рубінштейн, А. Запорожець, В. Давидов, Г. Костюк, В. Максимова, І. Лернер, М. Махмутов, М. Скаткін, Д. Дьюї, В. Кіпатрик, Е. Коллінгс та ін. Проблеми формування навичок інноваційної, науково-дослідної діяльності вчителя та учня, які є ключовими для впровадження STEM-технологій, присвячено праці як вітчизняних учених (В. Моляко, С. Бревус, В. Величко, Л. Глоба, К. Гуляєв, О. Стрижак), так і зарубіжних (М. Harrison, D. Langdon, B. Means, E. Peters-Buton, N. Morel, J. Confrey, A. House та ін.). У новому Законі України «Про освіту» задекларовано освітній напрям «спеціалізована освіта наукового спрямування», що передбачає поглиблену підготовку зі STEM-дисциплін (профільна освіта), засвоєння наукової методології, залучення учнів до дослідницької, конструкторської діяльності та винахідництва, що дозволить збільшити відсоток тих, хто стане талановитим ученим, інженером, новатором [3]. Упровадження STEM-освіти потребує активного введення в освітній процес елементів освіти майбутнього, апробації та впровадження новітніх педагогічних підходів до викладання й оцінювання, формування методології розвитку критичного мислення, застосування інноваційних міждисциплінарних методик освіти, зокрема з отриманням знань на основі трансдисциплінарного підходу, розвитку методів і засобів формування дослідних та інноваційних компетенцій в умовах оптимального психологічного клімату, збереження цілісності особистості, створення позитивної мотивації до отримання освітніх послуг, вироблення в учнів почуття відповідальності за результати, розуміння тренду «навчання впродовж життя», потреби й усвідомлення необхідності систематичного підвищення професійної компетентності тощо [4, с. 25]. Необхідно враховувати досвід минулого, адже українська педагогіка мала високі здобутки в галузі викладання природничих дисциплін, серед яких багато методичних доробок дослідних робіт і практикумів, особливо для позаурочної та позашкільної роботи, в умовах природного середовища з урахуванням менталітету та національної автентичності українського народу.

STEM-підхід реалізують за умови предметної інтеграції та практико спрямованого навчання, коли учні мають можливість реалізовувати вивчене на практиці або безпосередньо здобувати знання, розв'язуючи певну практичну проблему. Також потрібно наголосити, що STEM-освіта виходить за межі освітнього закладу, оскільки передбачає встановлення й розвиток партнерських відношень між учителями, учнями, дослідниками, новаторами, фахівцями певних виробничих галузей, підприємцями та іншими зацікавленими сторонами, діяльність яких пов'язана з науковою STEM-сферою. «Це необхідно для того, щоб працювати з реальними життєвими викликами та інноваційними ідеями, зокрема пов'язаними з етичними та соціально-економічними проблемами» [4, с. 10].

Отже, для забезпечення науково-методичної підтримки впровадження STEM-освіти важливою є розробка для всіх типів освітніх закладів інтегрованих навчальних програм спецкурсів, факультативів, гуртків із робототехніки, інженерії, сучасних наукових напрямів, новітніх технологій тощо. Вчителі мають бути активними проектувальниками міждисциплінарних навчальних програм, визначати характер і ступінь інтеграції, а також обсяг і послідовність навчання [5, с. 38].

Необхідною умовою широкого впровадження освітнього STEM-підходу (як і будь-якого іншого) є наявність методичних доробок, що базуються на відповідних цьому підходу принципах. Міждисциплінарні, практико-орієнтовані освітні завдання природно реалізуються під час комплексного дослідження природних об'єктів рідного краю у процесі природничо-наукових екскурсій або експедицій. Адже комплексні дослідження природних об'єктів дають змогу об'єднати практичні завдання з розвитку дослідних умінь та навичок і завдання з формування знань з фізики, геології, мінералогії, хімії, біології, екології та інших дисциплін.

Метою цієї статті є обґрунтування важливості комплексних досліджень природних об'єктів для реалізації STEM-підходу до навчання, означення умов їх організації та представлення розробки методичних підходів і дидактичних матеріалів, що необхідні для проведення відповідних досліджень на прикладі природного об'єкта Кочубеївські штольні (с. Ганнівка, Кіровоградська обл.).

Інтегровані освітні програми надають можливість отримувати знання на основі міждисциплінарних зв'язків, коли поняття з різних освітніх дисциплін вивчають не окремо, а комплексно, на прикладах їх практичного застосування [6, с. 52].

У процесі розробки STEM-орієнтованих програм різного рівня, окремих дидактичних елементів, що стосуються дослідження явищ і процесів навколишнього світу, особливу увагу необхідно звернути на розвиток пізнавально-розумових і творчих якостей учнів, формування вміння працювати з реальними проблемами й об'єктами навколишнього світу, готовності до вирішення комплексних завдань, критичного та креативного мислення, когнітивної гнучкості тощо. Також важливо



акцентувати на соціально-комунікативних та управлінських якостях учасників освітнього процесу, серед яких групова та колективна співпраця, обмін досвідом, партнерські відносини, розподіл повноважень, планування завдань та етапів роботи, оцінювання результатів, організація взаємодії з фахівцями тощо. Під час проведення комплексних досліджень природних об'єктів необхідно створювати умови позитивного емоційного стану всіх учасників освітньо-виховного процесу, ситуації успіху, задоволення діяльністю, колективною працею, долученістю до розв'язання соціально значущих проблем. Важливим під час планування експедиції (екскурсії) є вибір території, що має достатньо матеріалу для дослідження й обов'язково містить проблему (проблеми) екологічного, економічного, соціального, історичного контексту, що надає можливість для створення власних гіпотез, розгортання наукової дискусії та отримання нових даних, певного соціально значущого результату експериментальних досліджень за стандартними методиками, або тими, які запропонували фахівці, організатори експедиції. Під час польових і лабораторних робіт необхідно забезпечити умови збереження здоров'я всіх учасників програми, використовувати відповідні безпечні методи, прилади та матеріали.

Під час польових робіт, проведення реальних експериментів учні мають можливість набувати знання, розвивати практичні навички, формувати дослідні компетенції у процесі спілкування з фахівцями, які долучаються до експедиції, допомагають розробити лінію дослідження, реалізують власну програму дослідницького практикуму. Учні навчаються використовувати відповідні методи, прилади та матеріали, досліджуючи об'єкти природи за загальноприйнятою, чи запропонованою фахівцями експериментальною методикою, усвідомлюють, що наукові знання розвиваються через цикл гіпотез, спостережень, практичних експериментів, які допомагають відповідати на наукові питання про світ, який на оточує. Важливою також є фахова інтерпретація отриманих результатів, визначення тенденцій розвитку досліджуваних явищ, формулювання висновків, представлення обґрунтованих пояснень. Поступово формується науковий тезаурус у процесі наукового дослідження, обміну даними та підготовки презентації результатів.

У процесі планування освітньо-наукової експедиції на Кочубеївській штольні та розроблення її методичного забезпечення було визначено основні завдання:

- ознайомитися з історією експлуатації та функціонування Кочубеївських штолень;
- дослідити радіоактивний фон та індукцію магнітного поля Землі;
- визначити мінерали та породи, що зустрічаються в районі досліджень;
- описати комах і рослинні угруповання регіону дослідження;
- виявити рослини-індикатори забруднення важкими металами;
- експериментально перевірити вплив важких металів на біохімічний склад рослин;

– перевірити кислотність, електропровідність, наявність сульфатів, хлоридів, іонів Pb^{2+} , Cu^{2+} , Fe^{3+} у воді з річки Інгулець та місцевих джерел;

– виконати порівняльні дослідження та здійснити аналіз отриманих результатів.

Разом з тим, ми ставили завдання щодо розвитку пізнавальних, інтелектуально-творчих, соціально-комунікативних умінь і якостей учасників експедиції. Формування вмінь знаходити проблему для дослідження відбувалося завдяки попередній підготовці учасників експедиції. Учні отримали завдання підібрати цікаві факти стосовно природних об'єктів рідного краю, користуючись інформаційними джерелами та під час спілкування з близькими, а також визначити унікальність і своєрідність обраного об'єкта дослідження, який має неповторну геологічну історію, унікальний мінералогічний склад (вихід уранових руд), магнітну аномалію, накопичення важких металів природного походження у ґрунтах, своєрідний рослинний і тваринний світ. Побачити в проблемі дослідження природного об'єкта якомога більше різних аспектів, щоб запропонувати реальні варіанти рішення, передбачало залучення спеціалістів ЗВО різних галузей природознавства (геолога, мінералога, фізика, хіміка, біолога), кожен з яких крізь призму своєї науки розкривав можливі способи дослідження зазначеного об'єкта, продемонстрував міждисциплінарний характер більшості реальних досліджень. Відповідний міждисциплінарний підхід (STEM) вимагав прояву гнучкості як властивості продуктивного мислення, здатності швидко та легко переходити від одного класу явищ до іншого, сприймати різні точки зору та колективно знаходити оптимальні рішення. Соціально-комунікативні компетентності, а також стійкість у відстоюванні власної позиції виявлялися й розвивалися під час своєрідного педагогічного експерименту, який було проведено паралельно з біологічним, хімічним, фізичним і геологічним. У проекті брали учні з різних установ: середня школа № 8 м. Жовті Води (Дніпровська обл.), КЗ «Навчально-виховне об'єднання «Спеціалізований загальноосвітній навчальний заклад І-го ступеня «Гармонія», гімназія імені Тараса Шевченка, Центр позашкільного виховання «Контакт» міської ради м. Кропивницького (Кіровоградська обл.). У день польових досліджень учні зустрілися вперше. Необхідно зазначити, що учні м. Кропивницького мають досвід проектної діяльності різного рівня складності, зокрема вони брали участь у міжнародних природничо-наукових проектах. Обидві групи учнів отримували індивідуальні, групові та колективні завдання. Під час виконання спільних завдань проекту учні вільно спілкувалися, виконували разом низку завдань, об'єднувалися в групи. Результати діяльності учні представляли на підсумковій Skype-конференції, що відбулася на наступний день після польових досліджень. Навички експериментальних досліджень формувалися під час безпосереднього виконання завдань практичної частини, а саме:



- вимірювання радіоактивного фону, індукції магнітного поля Землі;
- вимірювання рН та електропровідності, виявлення присутності іонів Pb^{2+} , Cu^{2+} , Fe^{3+} іонів;
- вивчення флори та фауни регіону експедиції;
- виділення та визначення білків із рослинної сировини;
- вивчення мінералів і гірських порід.

Основне проблемне питання, що розв'язували учасники експедиції: *Яким є екологічний стан природного*

об'єкта дослідження та які чинники впливають (можуть вплинути) на його погіршення або покращення?

Наведемо авторські методичні доробки польової освітньо-дослідної роботи з біології. Дослідна робота демонструє авторську методику визначення накопичення важких металів рослинами, вона не потребує рідкісних реактивів, відповідає сучасним програмам із біології та хімії, досить проста у виконанні, що дає змогу повторити цю методику за польових умов.

ТЕХНОЛОГІЧНА КАРТА ДОСЛІДНИЦЬКОГО ЗАНЯТТЯ З БІОЛОГІЇ (Загальна характеристика навчального заняття)

Тема	Визначення вмісту білку в сольових витяжках рослин-індикаторів (напівкількісно).	
Ключове питання	Які рослини можна використовувати як індикатори забруднення важкими металами?	
Мета	Знайти та визначити рослини, які є індикаторами наявності важких металів. Напівкількісно визначити вміст білку в них.	
Зміст теми	У живих істотах, зокрема й рослинах, білки виступають речовинами, які зв'язують і знешкоджують важкі метали. Тому в цій роботі запропоновано експериментально виділити білковий екстракт і напівкількісно визначити вміст білків у ньому.	
Основні наукові поняття	Білки, важкі метали, біуретова реакція.	
Заплановані результати	Учень знає та розрізняє представників флори, які є індикаторами забруднення важкими металами; володіє методикою виділення білкової фракції у сольовий розчин, вміє проводити біуретову реакцію.	
Обладнання	Ножиці, терези, ступка, товчачик, 0,9-відсотковий розчин NaCl, 10-відсотковий розчин NaOH та 5-відсотковий розчин $CuSO_4$.	
План і сценарій заняття		Тривалість
1. Знайомство	Мотиваційна промова керівника, інструктаж з техніки безпеки	2–3 хв
2. Повідомлення нових знань	Розповідь керівника про рослини, наявність яких може сигналізувати про забруднення важкими металами ґрунтів. Ознайомлення з впливом важких металів на організм рослини	5 хв
3. Усвідомлення знань	Індивідуальна та групова робота з матеріалом робочих аркушів, учні виконують завдання лабораторної роботи	20 хв
4. Підбивання підсумків	Запитання до учнів. Рефлексія	5 хв
Способи та форми перевірки освітніх результатів та продуктів отриманих учнями на занятті		
Фіксується активність учнів (відповіді на запитання, висловлені ідеї, поставлені запитання). Учні заповнюють робочі аркуші		
Перелік матеріалів, необхідних для заняття		
1) Робочий аркуш для учнів; 2) лабораторне обладнання		
Інформаційні джерела		
1. Хортецька Т. В. Дослідження складу макро- та мікроелементів рослинної сировини <i>Plantago media</i> L. флори України / Т. В. Хортецька, Г. П. Смойловська, О. В. Мазулін // Актуальні питання фармацевтичної і медичної науки та практики. – 2013. – № 1 (11). – С. 12–14.		
2. Мусієнко М. М. Фізіологія рослин : підручник / М. М. Мусієнко. – Київ : Фітосоціоцентр, 2001. – 392 с.		
3. Антонюк В. О. Лектини та їх сировинні джерела / В. О. Антонюк. – Л. : Основа, 2005. – 554 с.		

До пункту 2. Повідомлення нових знань

Рослини, які полюбляють важкі метали в ґрунтах: в'язіль барвистий *Securigera varia* та амарант (*Amaranthus*). Подорожник великий (*Plantago major*) вказує на наявність в ґрунтах плюмбуму та кадмію [7, с. 13], ромашка без'язичкова (*Matricaria discoidea*) – купруму і цинку. Горіць пташиний (*Polygonum aviculare*) вказує на наявність в ґрунтах цинку. Також за наявності в ґрунтах цинку в рослин родини орхідних та бромелієвих відмирають кінчики листків, а в маку стають махрові квітки.

Для визначення присутності білків у рослині спочатку готують витяжки на основі 0,09-відсоткового розчину натрій хлориду [8, с. 31]. Вміст білку найчастіше доводять за допомогою біуретової реакції, яка ґрунтується на тому, що пептидні зв'язки утворюють у лужному середовищі за наявності солей купруму комплексні сполуки синьо-фіолетового кольору. Рослини, які ростуть в умовах, де велика кількість важких металів, мають більший вміст білку, оскільки в рослинній клітині утворюються білки, які їх зв'язують з метою детоксикації [9, с. 335].



До пункту 3. Аркуш для учнів

Тема: *Визначення вмісту білку у водних витяжках рослин-індикаторів (напівкількісно)*

Завдання:





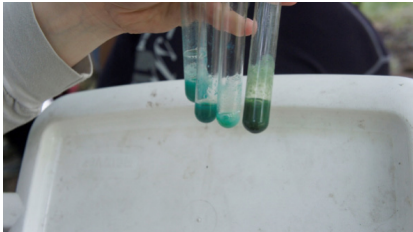
1. Знайти рослини, що є індикаторами забрудне-

ності ґрунтів важкими металами.

2. Виділити білкову фракцію у водно-сольовий розчин.

3. Провести біуретову реакцію у дослідних зразках і напівкількісно встановити вміст білків у них.

Етапи виконання експерименту

№	Етап	Фото
1	Знайти 2 екземпляра рослин, які теоретично вказують на присутність важких металів у ґрунтах: 1 екземпляр з незабрудненої території, а інший з забрудненої (у нашому випадку 1 рослину подорожника степового взяли з території штольні, а іншу з берегів річки Інгулець)	 <p>Подорожник степовий</p>
2	Подрібнити рослинну сировину та виміряти на терезах 1 г рослинної сировини	
3	Помістити 1 г подрібненої вегетативної частини рослини в ступку та товкачиком розтерти її	
4	Додати 2 мл фізіологічного розчину, ще раз розтерти	
5	Залишити на 20 хв, профільтрувати через складчастий фільтр, злити 2 мл фільтрату в пробірку	
6	До 2 мл отриманої витяжки додати 1 мл натрій гідроксиду та 1 краплину купрум сульфату. Спостерігати за зміною забарвлення (справа наліво): 1 пробірка справа – темно-зеленого кольору, це отриманий екстракт, 2 – пробірка блакитна, тому що при біуретовій реакції виникають сполуки синього кольору, але цей колір не насичений, було взято рослину з незабрудненої території; пробірка 3, 4 – має темніший колір, оскільки це рослини з території штольні, вміст білків в екстрактах більший	
Зробіть висновок до роботи за наступним планом:		
Які рослини є індикаторами наявності важких металів у ґрунтах?		
Якими методом можна отримати білковий екстракт із рослинної сировини?		
Який взаємозв'язок між кількістю білків у рослині та наявністю важких металів?		



Організація комплексних досліджень рідного краю із залученням фахівців, вчених-дослідників на основі провідного принципу STEM-освіти – інтеграції навчальних предметів, засобів навчання, навчальних закладів формальної та неформальної освіти, показала свою ефективність. Варто зазначити, що для організації подібних проєктів необхідна завчасна підготовка документації, обладнання та навчальних матеріалів. Програми заходи (визначення дослідницьких проблем, інформаційний пошук, польові дослідження тощо) мають ретельно плануватися, бажано із залученням учнів, батьків і фахівців. Маємо надію, що запропоновані методичні підходи та приклади дидактичних матеріалів для проведення комплексних природничих досліджень стануть основою для нових спільних творчих розробок проєктів з вивчення рідного краю через практико-орієнтоване навчання та подальшого розвитку STEM-освіти в Україні.

Використані літературні джерела

1. Про актуальність запровадження STEM-навчання в Україні [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.facebook.com/ustemfestival/posts/279934589096241>. – Назва з екрана.
2. Коваленко О. STEM-освіта: досвід упровадження в країнах ЄС та США / О. Коваленко, О. Сапрунова // Рідна школа. – 2016. – № 4. – С. 46–49.
3. Про освіту [Електронний ресурс] : Закон України від 5 верес. 2017 р. № 2145-VIII. – Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19>. – Назва з екрана.
4. Report to the european commission of the expert group on science education, Science education for Responsible Citizenship [Electronic resource]: Accessed on July, 12, 2017. – URL: http://ec.europa.eu/research/swafs/pdf/pub_science_education/KI-NA-26-893-EN-N.pdf. – Title from the screen.
5. Jacobs H. H. Interdisciplinary curriculum: Design and implementation [Electronic resource] / H. H. Jacobs. – Alexandria, VA : ASCD, 1989. – 97 p. – URL: <http://www.ascd.org/publications/books/61189156.aspx>. – Title from the screen.
6. Кириленко С. Поліфункціональний урок у системі STEM-освіти: теоретико-методологічні та методичні сегменти / С. Кириленко, О. Кіян // Рідна школа. – 2016. – № 4. – С. 50–54.
7. Хортецька Т. В. Дослідження складу макро- та мікроелементів рослинної сировини *Plantago media* L. флори України / Т. В. Хортецька, Г. П. Смойловська, О. В. Мазулін // Актуальні питання фармацевтичної і медичної науки та практики. – 2013. – № 1 (11). – С. 12–14.
8. Антонюк В. О. Лектини та їх сировинні джерела / В. О. Антонюк. – Л. : Основа, 2005. – 554 с.
9. Мусієнко М. М. Фізіологія рослин : підручник / М. М. Мусієнко. – Київ : Фітосоціоцентр, 2001. – 392 с.

References

1. Pro aktual'nist' zaprovadzhennia STEM-navchannia v Ukraini. (n.d.). Retrieved from <https://www.facebook.com/ustemfestival/posts/279934589096241> [in Ukrainian].
2. Kovalenko, O., & Saprunova, O. (2016). STEM-osvita: dosvid uprovadzhennia v krainakh YeS ta SShA [STEM educa-

tion: the experience of implementation in the EU and the US]. *Ridna shkola – Native school*, 4, 46-49 [in Ukrainian].

3. Zakon Ukrainy «Pro osvitu» [The Law of Ukraine «About education»]. (n.d.). zakon.rada.gov.ua. Retrieved from <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19> [in Ukrainian].

4. Report to the european commission of the expert group on science education, Science education for Responsible Citizenship: Accessed on July, 12, 2017. (n.d.). Retrieved from http://ec.europa.eu/research/swafs/pdf/pub_science_education/KI-NA-26-893-EN-N.pdf.

5. Jacobs, H. H. (1989) *Interdisciplinary curriculum: Design and implementation*. Alexandria, VA: ASCD. Retrieved from <http://www.ascd.org/publications/books/61189156.aspx>

6. Kyrylenko, S., & Kiian, O. (2016). Polifunktional'nyj урок u systemi STEM-osvity: teoretyko-metodolohichni ta metodychni sehmenty [Polyfunctional lesson in the system of STEM education: theoretical-methodological and methodological segments]. *Ridna shkola – Native school*, 4, 50-54 [in Ukrainian].

7. Khortetska, T. V., Smojlovska, T. V., & Mazulin, O. V. (2013). Doslidzhennia skladu makro- ta mikroelementiv roslynnoi syrovyny *Plantago media* L. flory Ukrainy [Research of the composition of macro-and microelements of plant material of *Plantago media* L. flora of Ukraine] *Aktualni pytannia farmatsevychnoi i medychnoi nauky ta praktyky – Actual questions of pharmaceutical and medical science and practice*, 1 (11), 12–14 [in Ukrainian].

8. Antoniuk, V. O. (2005). *Lektyny ta ikh syrovynni dzherela* [Lectins and their raw sources] Lviv: Osнова [in Ukrainian].

9. Musiienko, M. M. (2001). *Fiziolohiia rosllyn: pidruchnyk* [Plant physiology: textbook]. Kiev: Fitosotsiotsentr [in Ukrainian].

Bilyk Zh., Chernetsky I., Polikhun N. Realization of the STEM-approach in the Complex Researches Process of Natural Objects.

Summary.

The article substantiates the importance of integrated studies of natural objects for the implementation of the STEM-approach to learning, and notes the conditions for their organization. When developing STEM-oriented programs of various levels, individual didactic elements relating to the study of phenomena and processes of the world, special attention should be paid to the development of cognitive-mental and creative qualities of students, the formation of the ability to work with real problems of the surrounding world, readiness to solve complex problems, critical and creative thinking, cognitive flexibility, and so on. It is also important to focus on the social-communicative and managerial qualities of the participants in the educational process. When conducting complex studies of natural objects, it is necessary to create conditions for a positive emotional state of all participants in the educational process, the situation of success, satisfaction with the activity, collective labor, and involvement in solving socially significant problems. An important option when planning an expedition (excursion) is the choice of a territory that has enough material for research and necessarily contains the prob-



lem (problem) of ecological, economic, social, historical, etc. During fieldwork, performing real experiments, students have the opportunity to acquire knowledge, develop practical skills, form research competencies in the process of communicating with specialists who join the expedition, help to develop a research line, or implement their own program of research workshops. Students learn to use appropriate methods, devices, and materials, exploring natural objects according to the generally accepted or proposed experimental techniques by the experts are aware that scientific knowledge is developing through a cycle of hypotheses, observations, practical experiments that help answer scientific questions about the world around us.

The development of methodological approaches and didactic materials that are necessary for conducting a field study of the identification of plant species that can be indicators of the pollution of the territory by heavy metals is provided. It was found that salt extraction from the Plantain's steppe, which grows in contaminated areas, has a greater amount of proteins, so this plant can be a successful object that shows students the influence of metals on the organism of the plant.

Key words: *STEM-approach, natural object, excursion classes, plant indicators, heavy metals.*

Билык Ж. И., Чернецкий И. С., Полихун Н. И.
Реализация STEM-подхода в процессе комплексных исследований природных объектов родного края.

Аннотация.

В статье обосновано значение комплексных исследований природных объектов для реализации STEM-подхода к обучению, отмечено условия их организации. Обнародован опыт организации исследования такого объекта на примере Кочубеевских копаней (с. Анновка, Кировоградской обл.) с участием учеников двух школ Днепропетровской и Кировоградской области. Поданы разработки методических подходов и дидактических материалов, необходимые для проведения полевого исследования по выявлению видов растений, которые могут быть индикаторами загрязнения территории тяжелыми металлами. Было установлено, что солевая вытяжка из Подорожника степного, который растет на загрязненных территориях, имеет большее количество белков, поэтому это растение может быть удачным объектом, для демонстрации ученикам влияния металлов на организм растения.

Ключевые слова: *STEM-подход; природный объект; экскурсионное занятия; растения-индикаторы; тяжелые металлы.*