

УДК 373.5.091.313:5-047.22

Скворцова Н.В., Петрова О.С., Бондаренко Г.Л., Ткаченко В.В.,
Бєбешко І.О.

- ¹ вчитель фізики Слов'янського опорного закладу загальної середньої освіти I-III ступенів
e-mail: NatalyaSkv05@gmail.com, ORCID 0000-0001-8190-1414
- ² вчитель біології Слов'янського опорного закладу загальної середньої освіти I-III ступенів
e-mail: olga.petrova.dn@gmail.com, ORCID 0000-0003-1879-9079
- ³ вчитель інформатики Слов'янського опорного закладу загальної середньої освіти I-III ступенів
e-mail: bal.13wsl@gmail.com, ORCID 0000-0001-7318-1509
- ⁴ вчитель математики Слов'янського опорного закладу загальної середньої освіти I-III ступенів
e-mail: victorytka1982@gmail.com, ORCID 0000-0002-0542-5855
- ⁵ вчитель географії Слов'янського опорного закладу загальної середньої освіти I-III ступенів
e-mail: Bebeshko.Irina.84@gmail.com, ORCID 0000-0003-4233-1150

ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ STEM-ОСВІТИ ЯК ЗАСІБ ФОРМУВАННЯ КЛЮЧОВИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ НА УРОКАХ ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНОГО ЦИКЛУ

Дана стаття відображає зразок випускника сучасного закладу загальної середньої освіти. Визначені перспективи та переваги STEM-освіти в процесі навчання учнів середньої та старшої ланки. Продемонстровано переваги інтеграції дисциплін природничо-математичного циклу. На прикладі STEM-проекту показано формування ключових компетентностей активного громадянина.

Ключові слова: *STEM-освіта, ключові компетентності, інтеграційні зв'язки, проектне навчання.*

Вступ

XXI століття диктує нам нові умови для підготовки випускників закладів загальної середньої освіти. Стрімкий розвиток інформаційних потоків, швидкий темп життя зумовлює попит на формування особистості з нестандартним мисленням, особистості яка здатна орієнтуватися в будь-якій ситуації, знаходити необхідну інформацію серед безкрайнього простору зайвого, швидко засвоювати нові знання та за необхідністю легко застосовувати їх на практиці.

Одним із шляхів розвитку такої особистості є впровадження STEM-освіти в навчальний процес. Освітні технології STEM базуються на виключно нових методах освітньої діяльності, в основі яких лежить комплексний підхід до вивчення певних проблем чи явищ. Дуже швидко STEM-освіта набула популярності у всьому світі. Її актуальність зумовлена з одного боку, збільшенням мотивації учнів до вивчення дисциплін природничо-математичного циклу, а з

іншого — попитом виробничої сфери на спеціалістів, які набули компетентності для формування і розв'язання задач у галузях ІТ, інженерії, екології, нанотехнології, медицині та інших.

Мета даної роботи показати на прикладі шкільного STEM-проекту як можна формувати ключові компетентності, охарактеризувати соціальну значимість експерименту та згуртованість його виконавців.

Основна частина

Вперше аббревіатуру STEM запропонував ще в 1990-х роках американський бактеріолог Р. Колвелл: *S* — science, *T* — technology, *E* — engineering, *M* — mathematics. Але її розповсюдження пов'язане з іменем біолога Джудит А. Рамалі, що відповідала за розробку нових освітніх програм як керівник Інституту природничих наук США. Далі над проблемою STEM-освіти продовжили працювати вчені Г. Флейшман, Ф. Хеес, А. Келлі, О. Міск та ін. На сьогоднішній день STEM-освіту впроваджено в державні освітні програми США, Китаю, Австралії, Великобританії, Ізраїлю, Кореї, Сінгапуру та ін. Стосовно України, основна задача з впровадження STEM-освіти лягла на Інститут модернізації змісту освіти (відділ STEM-освіти) та НЦ «Мала академія наук України» (Всеукраїнський науково-методичний віртуальний STEM-центр).

Провівши аналіз досвіду країн, які реалізують STEM-підхід в освітній діяльності, стає очевидним, що дана технологія є доцільною з точки зору розвитку навичок 4К: комунікація, кооперація, критичне мислення, креативність. Особливість STEM-технологій полягає в інтегрованому взаємозв'язку всіх дисциплін, які з ними пов'язані. Припустимо, що наша задача побудувати літак або корабель, зробити альтернативне джерело енергії, винайти ліки, запустити штучний супутник. Без володіння знаннями широкого спектру з фізики, математики, хімії, інформатики це майже неможливо. Саме STEM-освіта є каталізатором інтеграційних зв'язків між дисциплінами. Під час реалізації поставлених задач, STEM використовує проекти, а не сухі знання та факти. «Однією з форм STEM-навчання є уроки/заняття, які спрямовані на встановлення міжпредметних зв'язків і сприяють формуванню в учнів цілісного, системного світогляду, актуалізації особистісного ставлення до питань, що розглядаються на уроці/занятті. Такі уроки/заняття можуть проводитися шляхом об'єднання схожої тематики кількох навчальних предметів або формування інтегрованих курсів чи окремих спецкурсів» [3]. В даному освітньому середовищі діти мають змогу одразу застосовувати набуті знання на практиці, а це призводить до швидкої реалізації ключових компетентностей.

На сьогоднішній момент «зміст навчальних програм базується на компетентнісному підході, який відповідає стратегічному напрямку розвитку освіти в контексті положень Концепції «Нова українська школа» та показано особливості запровадження наскрізних змістових ліній, які відображають провідні соціально й особистісно значущі ідеї, що послідовно розкриваються у процесі навчання й виховання» [3]. Таким чином, освітній процес в середній та старшій школі носить міждисциплінарну орієнтацію. Це дає дітям можливість будувати міцні зв'язки між усіма дисциплінами, що вивчаються.

Отже, в наш час ключовими компетентностями вважаються такі, що необхідні особистості для покращення власного потенціалу і розвитку, збільшення можливостей для працевлаштування, соціальної адаптації та активної життєвої позиції. Такі компетентності розвиваються в процесі навчання протягом усього життя, починаючи з раннього дитинства шляхом формального, неформального та інформального навчання [2].

Такі навички, як критичне мислення, читання з розумінням, уміння висловлювати свою думку усно і письмово, критичне та системне мислення, здатність логічно обґрунтовувати позицію, творчість, ініціативність, вміння конструктивно керувати емоціями, оцінювати ризики, приймати рішення, вирішувати проблеми, здатність співпрацювати з іншими є спільними для всіх компетентностей [1].

Аналізуючи основні принципи STEM-освіти та спираючись на формування ключових компетентностей, команда вчителів природничо-математичного циклу та учнів Слов'янського опорного закладу загальної середньої освіти I-III ступенів Слов'янської міської ради Донецької області реалізували STEM-проект під назвою «Слов'янський курорт — перлина Донеччини». Особливістю проекту було те, що виконували його діти не одного конкретного класу чи паралелі, а задіяними були учні багатьох класів старшої та середньої ланки.

Надихаючись унікальністю та особливістю солоних озер міста Слов'янськ, автори проекту взяли за мету показати унікальність геологічної будови дна, дослідити екологічний стан водойм Слов'янського курорту методом біоіндикації, визначити фізико-хімічні показники води та за допомогою математичних засобів дати реальну оцінку занепаду озер та шляхи реабілітації унікальної перлини нашого краю. Розробити інтерактивний плакат та інформаційний бюлетень на екологічно-соціальну тематику та провести у школі просвітницьку акцію щодо запобігання забрудненню водойм із створенням інформаційних буклетів.

Перлиною Донеччини є Слов'янські солоні озера. Їх унікальність полягає в тому, що вони мають карстове походження, верхівка яких складається з ґрунтових вод і покладів солі. Через сольові шари, ґрунтові води просочуються та розчиняють сіль, так на поверхню виходить розчин-ропа. Завдяки геологічній будові солоні озера неглибокі — до 2 метрів глибиною, але в них зустрічаються ділянки глибиною більш ніж 16 метрів. Води солоних озер випаровуються та через стік річки Колонтаївки відновлюють свій баланс, бо мають підземний тип живлення.

Озеро Ріпне — є найбільш улюбленим місцем відпочинку. Кожного року на лікування приїздить багато туристів з різних куточків України і не тільки. Завдяки лікувальним грязям, які містять багато органічних речовин та мікроелементів, лікують майже всі органи і системи: опорно-рухового апарату, вади неврологічного характеру, захворювання шкіри. Вода в озері легко тримає людину і можна лежачи відпочивати. Вона настільки солона, що залишає на шкірі суху скоринку, тому після купання бажано ополоснутися у прісній воді.

На сьогодні існує загроза обміління солоних озер. Так учні 6 класів, на уроках географії, створили плакати, до яких внесли свої пропозиції: 1) прибрати сміття на узбережжі озер; 2) дослідити та поглибити озера з допомогою спеціалістів. Та провели акцію під гаслом: «Збережемо цілющість Слов'янських солоних озер», що сприяло формуванню екологічної компетентності.

Математика як шкільний предмет має достатній потенціал для формування та розвитку тих якостей, які необхідні людині для того, щоб бути успішною в сучасному житті.

На уроках відповідної дисципліни в 5 класі формувались математична, екологічна, громадянська та підприємницька компетентності під час вивчення тем «Периметр та площа», «Відсотки». Учні проводили обчислення периметру та площі озер за допомогою крокометра, картографічного знімку озер та шляхом побудови моделі окремого озера. Також діти обчислили процентний відсоток ефективності відновлення екологічного стану окремих озер та його рентабельність.

В 7-х і 8-х класах учні, розв'язуючи задачі на місцевому матеріалі (історичному, архітектурному тощо) та використовуючи набуті знання з розв'язку раціональних рівнянь як математичних моделей реальних ситуацій, формували загальнокультурну та громадянську компетентності. В ході уроку була надана можливість реально оцінити не лише екологічний стан водойм, а й запропонувати шляхи подолання критичного стану перлини Донеччини, шляхом складання задач, систем рівнянь з використанням справжніх цифрових

даних, які були отримані на уроках фізики, біології.

В 9-му класі, формуючи компетентність інформаційних і комунікаційних технологій, учні використовували набуті знання з теорії ймовірності: поділились на групи та в ході дискусії, з використанням презентацій і тестових завдань, обчислили ймовірність повного відновлення екологічного стану Слов'янських озер. При вивченні статистики діти мали змогу розробити поетапний план з реалізації врятування стану озер.

Формуючи математичну компетентність та компетентність у галузі природничих наук на уроках фізики, під час вивчення певних розділів, учні досліджували фізичні показники солоної води озер Ріпне, Вейсове, Солоне та Гарячка.

Першим етапом було встановлення густини солоної води кожної з водойм. На уроці фізики в 7 класі при вивченні теми «Взаємодія тіл. Сила», діти із зацікавленістю провели експеримент і отримали значення густини солоної води. Користуючись терезами і мірним циліндром було визначено густину для води озер: Ріпного — 1025 кг/м^3 , Вейсового — 1031 кг/м^3 , Гарячка — 1028 кг/м^3 і Солоного, яке є майже прісним, — 1001 кг/м^3 .

Далі естафету перейняв 8 клас, де вивчаючи тему «Зміна агрегатного стану речовини. Теплові двигуни» за допомогою цифрового вимірювального комплексу «Ейнштейн», було визначено приблизну температуру замерзання солоної води $t = -1,9^\circ\text{C}$.

В 9 класі діти проводили вимірювання показника заломлення світла в ході вивченні теми «Світлові явища». При цьому було використано закон заломлення для плоскої межі розділу двох середовищ. Вимірюючи кути падіння і заломлення використовували прозору кювету, що додається до демонстраційного набору з електролізу. На її бічній стінці було прикріплено транспортер, через центр якого проходить вісь обертання штанги з візирними лініями. На дні кювети знаходилась лінійка. Вісь обертання штанги мала збігатися з поверхнею рідини. Синус кута заломлення визначається з геометрії ходу падаючого променя. В ході експерименту було встановлено показник заломлення солоної води для озер: Ріпного — 1,3349, Вейсового — 1,3361, Гарячка — 1,3358 та Солоне — 1,3331.

Для 10 класу була поставлена задача визначити методом відриву кільця коефіцієнт поверхневого натягу солоної води, вивчаючи тему «Властивості пари, рідин і твердих тіл». Під час експерименту використовували мілідинамометр, кільце і чашку Петрі та отримали значення — $72,6 \text{ мН/м}$.

Учням 11 класу при вивченні теми «Електродинаміка» було запропоновано визначити яку силу струму здатна пропускати вода із слов'янських озер.

Використовуючи демонстраційний набір з електролізу і джерело струму в 3 В було отримано такі дані: озеро Ріпне — 230 мА, Вейсове — 420 мА, Гарячка — 280 мА, Солоне — 70 мА.

На уроках біології у учнів 7 класу формувалась природничо-наукова компетентності, під час дослідження видового складу гідробіонтів та складання ланцюгів живлення в замкнених екологічних системах. Використовуючи мікроскопи й електронні систематичні довідники юні дослідники визначали рід та вид представників зоо та фітопланктону. Групували організми за способом живлення та складали ймовірні трофічні ланцюги.

Формування здоров'язбережувальної компетентності відбувалось на уроках біології у 8 класах. Маючи дані про ступінь солоності кожного з озер, отримані в процесі досліджень на уроках фізики, учні робили висновок про профілактичний вплив води на системи органів людини. Визначили, що вода озера Вейсове найкраще підходить для профілактики захворювань опорно-рухової системи та шкіри, бо ступінь концентрації солей у ньому максимальний. Натомість вода з озера Солоне має більш виражений профілактичний ефект на кардіореспіраторну систему, так як буде розвивати її витривалість, бо ступінь солоності в ньому найменший.

У учнів 9 класів формувалась компетентність екологічна грамотність і здорове життя. Використовуючи результати біологічних досліджень учнів сьомого класу, серед гідробіонтів були виявлені види біоіндикатори ступеню сапробності (органічного забруднення) води. Учні провели органолептичні дослідження води чотирьох озер, визначали ступінь прозорості, температуру під час забору води, запах та кислотно-лужні показники проб за допомогою цифрового вимірювального комплексу «Ейнштейн». За результатами досліджень ними були складені діаграми, що ілюструють функціональну залежність наявності певних видів сапробіонів від ступеню солоності води та органічного насичення водойм. Найвищий показник сапробності був встановлений на озері Ріпне — полісапробне, Гарячка та Солоне — мезосапробні натомість озеро Вейсове визначено як олігосапробне. Таким чином діти зробили висновок, що озеро Вейсове є найбільш сприятливим для оздоровлення та відпочинку.

З метою формування в учнів знань й умінь, необхідних для ефективного використання сучасних інформаційно-комунікаційних технологій у навчально-пізнавальній діяльності, при вивченні інших навчальних предметів, у повсякденному житті, для учнів 10-11 класів, під час вивчення модуля «Графічний дизайн», було запропоновано розробити інформаційний бюлетень «Слов'янські озера – перлина Донеччини» (10 клас тема «Комп'ютер-

на верстка. Програми для комп'ютерної верстки») та інтерактивний плакат (учні 11 класу під час вивчення теми «Інфографіка»). Виконуючи ці роботи діти мали змогу унаочнити результати попередніх досліджень, представити їх у вигляді, доступному для розуміння та розповсюдження серед широких верств населення.

Висновки

Отже, даний STEM-проект носив соціально-дослідницький характер оскільки при проведенні експерименту вчителі, що були задіяні у проекті та учні 5–11 класів були згуртовані в одну цілісну команду, де кожен, як у великому механізмі, виконував свою функцію. Це, в свою чергу, слугувало формуванню інформаційно-комунікаційної та культурної компетентності.

Учасниками STEM-проекту була виражена власна думка та позиція з приводу екологічного стану досліджуваних об'єктів. На даний момент екологічний стан озер, за доступними для школярів методами досліджень є задовільним. Було складено звернення до громади у вигляді інтерактивного плакату, про необхідність подальшого збереження «Слов'янського курорту — перлини Донеччини» для наступних поколінь. Під час проведення шкільної акції до кожної окремої особистості було донесено наскільки важливо пам'ятати про перлину нашого міста — Слов'янський курорт.

Результатом проекту на локальному рівні стала безпосередня участь учнів 5–11 класів у проведенні досліджень. У ході експериментів вони змогли власноруч визначити фізико-хімічні властивості та біологічний склад проб води з озер, зробити висновок про профілактичний вплив солоної води на системи органів людини. Результатом проекту на глобальному рівні було створення, на основі експериментів, соціальної акції яка була представлена учням 5–11 класів та батькам. Залучення учнівської молоді до проекту сприяло популяризації науки та підвищенню рівня обізнаності серед учнів.

Після завершення проекту отримані результати будуть використовуватись на уроках природничого циклу. Матеріали проекту будуть розповсюджені серед освітньої спільноти на семінарах, конференціях та методичних об'єднаннях.

Література

1. Ключові новації в освіті. Новий закон України «Про освіту»: сайт.
URL: https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna_serednya/BOOK_LETTE_INFO-ZAKON-2018_PRESS.pdf
2. Освіта на основі життєвих навичок: сайт.
URL: <http://dlse.multycourse.com.ua/ua/page/15/53>

3. 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: сайт.
URL: http://ru.osvita.ua/legislation/Ser_osv/65463/
-

N.V. Skvortsova, O.S. Petrova, A.L. Bondarenko, V.V. Tkachenko, I.O. Bebashko

Slovyansk basic institution of general secondary education of I-III stages,
Sloviansk, Donetsk region, Ukraine.

The use of elements of STEM-education as a means of forming key competencies in the lessons of the natural-mathematical cycle

This article reflects a sample of a graduate of a modern general secondary education institution. Prospects and advantages of STEM-education in the process of teaching middle and senior students are determined. The advantages of integration of natural-mathematical cycle disciplines are demonstrated. The example of the STEM project shows the formation of key competencies of an active citizen.

Keywords: *STEM-education, key competencies, integration connections, project teaching.*
