



Коваленко Валерій

Стець Надія

Варгалюк Віктор

ORCID iD <http://orcid.org/0000-0003-2777-9280>ORCID iD <http://orcid.org/0000-0002-3555-6469>ORCID iD <http://orcid.org/0000-0001-8160-3222>

ІНТЕГРАЦІЯ ПРИРОДНИЧИХ ЗНАНЬ ЯК НЕОДМІННИЙ СКЛАДНИК STEM-ОСВІТИ

А Підкреслено, що важливим компонентом STEM-освіти є інтеграція змісту природничих знань; дієвим засобом трансдисциплінарної інтеграції може бути використання загальних законів та закономірностей природи. Наголошено, що для реалізації основних завдань STEM-навчання бажане ширше використання загальних законів як факторів інтеграції. Обговорено досвід проведення турніру юних дослідників і винахідників у Дніпровському національному університеті.

Ключові слова: інтеграція знань; STEM-освіта; загальні закони природи; закони трансдисциплінарної інтеграції; творче мислення

Постановка проблеми. Нині природничо-наукова освіта переживає нелегкі часи. Інтерес учнів і студентів до вивчення природничих дисциплін останнім часом помітно спав і далі продовжує спадати. Така ситуація характерна для багатьох країн світу, зокрема Європи та Північної Америки. Для України ж зазначена тенденція особливо відчутна. Це пов'язано, насамперед, з тим, що більшість промислових підприємств не працюють на повну потужність або ж зовсім зупинили свою діяльність, економіка практично не розвивається. Тому потреба фахівців з природничо-наукових, технологічних, інженерних дисциплін у країні постійно знижується, а мотивація студентів та учнів до вивчення зазначених предметів практично відсутня. Враховуючи вказані тенденції, в багатьох країнах шукають вихід із ситуації, що склалася, прагнуть знайти шляхи й інструменти для подолання кризи.

Аналіз попередніх досліджень і публікацій. Одним із найвдаліших проектів в освітньому полі стала так звана STEM-технологія, якій останнім часом присвячено значну кількість публікацій [2; 3; 4; 8; 10; 11; 12; 13; 14]. STEM-освіту, як відомо, було започатковано з метою підвищення інтересу молоді до природничих та інженерно-технічних спеціальностей, математики.

Серед характерних рис STEM-проекту найчастіше виділяють такі [1; 8; 16]:

- посилення прикладної спрямованості навчання, його орієнтацію на виробництво, створення нових технологій;
- розвиток творчого мислення студентів і школярів, їхньої креативності, залучення до дослідницької діяльності, вироблення здатності знайти якомога більше сторін і граней проблеми, вміння відійти від шаблону, знайти оригінальне розв'язання;
- інтеграція знань.

Останнім часом опубліковано кілька збірників праць, присвячених упровадженню STEM-технологій в освітню практику вищої та середньої школи [11; 12; 13; 14]. Аналіз наукових розвідок переконує, що, здебільшого, в публікаціях розглядається специфіка використання елементів

STEM-навчання під час вивчення окремих дисциплін (фізики, хімії, математики тощо) [16], дотично до шляхів посилення практичної спрямованості освіти [10], в моделях залучення учнів до науково-дослідної роботи тощо. Тим часом питання інтеграції, що декларується як один із пріоритетів STEM-проекту (в низці публікацій [3; 4] саме інтеграцію називають провідним принципом STEM-освіти [4]), виступають предметом обговорення значно рідше.

До того ж переважна більшість публікацій на цю тему (за винятком декількох праць, що належать співробітникам відділу інтеграції змісту загальної середньої освіти Інституту педагогіки НАПН України) стосується міжпредметної, або бінарної, інтеграції, наприклад, фізичних і хімічних знань, хімічних і біологічних, фізичних і мистецьких тощо. На наш погляд, така інтеграція лише частково виконує об'єднувачу роль, а тому є недостатньо ефективною. За такого підходу формування цілісної картини природи в свідомості учнів відбувається лише на заключних етапах навчання, після вивчення всіх тем природничо-наукової освіти.

Викладення основного матеріалу. Суттєво дієвішою, на наше переконання, є так звана трансдисциплінарна інтеграція, тобто такий підхід, за якого на основі деяких наскрізних ідей охоплюються і поєднуються в одне ціле знання всіх природничих дисциплін, що вивчаються в школі. У такому випадку «каркас» природничо-наукової картини світу (ПНК) буде створюватись уже на початкових етапах навчання, а в подальшому він буде «наповнюватись» матеріалом конкретних природничих наук, доповнюючи ПНК до цілісності.

Макс Планк, обговорюючи основні відмінні риси сучасної ПНК, відзначав, насамперед, саме її цілісність. «Попередні картини світу, – писав він, – являли собою цілу колекцію картин, втрата однієї з них мало що змінювала. У сучасній науковій картині світу неможливо знехтувати жодним штрихом, бо він є необхідним складником цілого» [9, с. 44].

Однією з таких провідних ідей, наскрізних ліній, що передбачені проектами програм з природничих дисциплін, є екологічна безпека та сталий розвиток. Зазначимо у зв'язку з цим, що освіта для сталого розвитку і STEM-навчання не є альтернативними системами освіти, вони мають багато спільних рис і доповнюють одна одну [4]. Очевидно, освіта для сталого розвитку може бути важливим компонентом STEM-технологій. Справа, однак у тім, що концепція сталого розвитку є багатоаспектною, і сама потребує інтегруючих чинників трансдисциплінарного характеру [6].

Очевидно, такими засобами інтеграції можуть бути загальні закони природи, що охоплюють найширше коло явищ, описують різні види взаємодій і вивчаються різними науками [5]. Які ж це закони? Макс Планк ще на початку ХХ ст. писав [9], що єдність фізичної картини світу забезпечують найзагальніші закони – збереження енергії та зростання ентропії (спрямованості процесів). У теоретичних працях і підручниках проф. В. Р. Ільченко та її колег із відділу інтеграції змісту освіти Полтавського обласного інституту післядипломної педагогічної освіти ім. М. В. Остроградського [2; 4; 5; 7] засобами інтеграції природничих знань виступають зазначені загальні закони природи: збереження (енергії, маси, електричного заряду), спрямованості самочинних процесів до найстійкішого стану та закономірність періодичності. Багаторічний досвід використання їх у середній школі, зокрема під час вивчення курсів «Природознавство» та «Довкілля», показав їхню ефективність і доступність навіть для школярів молодших класів.

На зміну дисциплінарному підходу нині приходять міждисциплінарні, або інтегративні, що охоплюють сфери дослідження кількох наук. Використання саме такого підходу і передбачають концепція сталого розвитку та STEM-навчання [4; 6].

Сучасній цивілізації потрібна нова ідеологія, новий світогляд, який базувався б на комплексному розгляді та оптимальному поєднанні різнорідних проблем. Тобто новий світогляд повинен мати цілісний, інтегральний характер. Спроби створення концепції, яка б базувалась на такому світогляді, здійснювались неодноразово, у тому числі й на найвищому рівні.

Достатньо вказати, наприклад, на рішення сесії Генеральної Асамблеї ООН в Ріо-де-Жанейро (1992), всесвітніх конференцій ООН зі збереженням навколишнього середовища (2002; 2012). Утверджена на них концепція сталого, або стійкого, розвитку передбачає прогрес і такий поступальний розвиток суспільства, при якому задоволення потреб нинішнього покоління повинне відбуватись так, щоб не лишити такої можливості майбутнє покоління. До необхідних умов досягнення такої мети належить оптимальне поєднання розв'язання соціально-економічних, політичних та екологічних проблем, партнерське міжнародне співробітництво, а також соціальна справедливість, збалансоване харчування, піклування про здоров'я грома-

дян тощо. Потрібне розуміння необхідності перегляду деяких моральних положень, завищених потреб споживання в низці країн «золотого мільярда», перебудови освіти.

Нова ідеологія, що відображає головні ідеї концепції сталого розвитку, одержала назву інвайронменталізму (за іншою транскрипцією – енвайронменталізму). Галузь науки, що займається вивченням цих проблем, називають інвайронментологією (енвіронментологією) [15].

Бажано, безумовно, щоб світогляд кожної людини майбутнього мав цілісний характер. А це можливо лише за умови широкої інтеграції різних галузей знань. Чим більша кількість людей, особливо з владними повноваженнями, буде виховуватись на засадах інтегративної освіти, матиме планетарне мислення, тим більшим буде людський потенціал для перетворення в життя основних ідей STEM-освіти.

Значна кількість навчальних предметів, на жаль, вивчається сьогодні переважно як нагромадження великої кількості емпіричних даних, нерідко не об'єднаних якимись спільними ідеями чи законами. Від учня вимагається, насамперед, запам'ятовування значного обсягу матеріалу, пошук відповіді на запитання «що» і «як» відбувається, й дуже рідко – на запитання «чому» це відбувається. У багатьох учнів складається враження про деякі навчальні предмети, як про механічне зібрання фактів.

То ж не дивно, що образ картини світу, який створюється в уяві школярів і студентів виявляється осколковим і фрагментарним. Адже він є віддзеркаленням змісту дисциплін чи окремих розділів, які вивчались в ізоляції один від одного. Така ситуація є однією із причин того, що наша природничо-наукова освіта починає втрачати позиції, які ще декілька років тому були провідними у світі.

Щоб повернути освіті її первісну цілісність, потрібно, вважають фахівці, засвоєння таких положень, які б об'єднували навчальний матеріал у певну цілісність. Такий підхід буде мати суттєві переваги і з дидактичної точки зору. Адже під час вивчення кожного явища при цьому відбуватиметься включення його в цілісну систему знань [5].

За свідченням психологів, лише за такого «механізму» засвоєння знань відбувається розвиток мислення школярів (одне з важливих завдань STEM-освіти), бо останнє передбачає пошук та встановлення причинно-наслідкових зв'язків, які виявляються лише при взаємодії елементів цілісних систем [7].

Вираз «вміти думати, розмірковувати» означає вміти систематизувати знання і встановлювати причинно-наслідкові зв'язки між явищами; бачити зв'язок окремого з цілим, вписувати явище в певну цілісність. А ще вміти пояснити явище, тобто вказати його причину, показати що воно описується певною теорією, підпорядковується певному закону чи групі законів.

Такими законами й можуть бути зазначені вище загальні закони збереження матерії та її руху й спрямованості процесів до найстійкішого стану.

Для ефективнішої реалізації завдань STEM-освіти, зокрема її інтеграційного складника, необхідно продовжувати пошук нових форм і методів навчальної та позанавчальної роботи. У зв'язку з цим хочемо поділитися досвідом проведення турніру юних дослідників і винахідників, який був організований в м. Дніпрі з метою популяризації STEM-освіти й потребував від учасників інтегрованих знань з основних природничих предметів.

Організаторами конкурсу стали КЗВО «Дніпровська академія неперервної освіти», Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, ДП «Конструкторське бюро «Південне» імені М. К. Янгеля». Турнір проходив на базі факультетів хімії, фізики, електроніки та комп'ютерних систем, біології та екології Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара у формі наукових квестів. У конкурсі брали участь 18 команд з м. Дніпра та Дніпропетровської області. Кожна команда складалася з 5–6 учнів 8–10 класів закладів загальної середньої та позашкільної освіти.

Серед основних завдань турніру були: формування STEM-компетентностей школярів; виявлення обдарованих і талановитих учнів; ознайомлення з провідними закладами вищої освіти; налагодження співпраці шкіл з вишами.

Конкурсна тематика турніру формувалася навколо наскрізної «легенди» – космічний політ на невідому планету. Виходячи з цього, біологи пропонували учасникам проаналізувати діяльність головних функціональних систем організму та дію космічних факторів на них, виявити збудників інфекцій в умовах космічного польоту та підібрати антибіотики для лікування. Фізики перевіряли, як учні зможуть урахувати вплив опору руху в атмосфері, прискорення вільного падіння, в'язкість навколишнього середовища, магнітних аномалій космічних тіл на характер польоту, електроніки – наскільки школярі опанували електричні схеми та способи їх з'єднання. Вони ж пропонували дослідити вольтамперні характеристики деяких схем, що застосовуються на космічному кораблі. Хіміки рекомендували учасникам команд виконати якісні реакції на хімічні компоненти їжі, оцінити їх харчову та енергетичну цінність, модифікувати технологію виробництва страв і кулінарних виробів. Крім того, юним геологам пропонували облаштувати табір і злітно-посадковий майданчик, визначити склад і структуру ґрунтів, а для майбутнього раціонального пошуку корисних копалин виявити магнетичні та метаморфічні породи на планеті.

Турнір викликав жвавий інтерес учасників. Приємно відзначити високу активність і непогані знання, продемонстровані учнями сільських шкіл і містечок з обласної «глибинки». Так, наприклад, із семи переможців конкурсу з хімії п'ять представляли саме такі школи (Першотравенська, Башмачанська, Петриківська, Солонянська, Синельниківська). Вісім найсильніших за результатами першого

етапу команд вийшли до наступного етапу змагань, який відбудеться в середині травня.

Вважаємо, що проведення подібних турнірів (сподіваємось, що він не виявиться одноразовою акцією, а стане традиційним) допоможе в розв'язанні завдань STEM-освіти, її пізнавальних, творчих та інтеграційних складників. Крім того, такі турніри, на наш погляд, є досить вдалою формою організації дозвілля учнівської молоді.

Висновки. Інтеграція змісту природничих знань є важливим компонентом STEM-освіти. Крім того, дієвим засобом трансдисциплінарної інтеграції може бути використання загальних законів і закономірностей природи, насамперед законів збереження та спрямованості процесів до найстійкішого стану. Не дивлячись на 25-річний позитивний досвід використання зазначених законів як факторів інтеграції в освітній програмі «Довкілля», вони застосовуються в освітній практиці досить обмежено. Для реалізації основних завдань STEM-навчання бажано їх використовувати ширше.

Список використаних джерел

1. Бутурліна О. В. Науково-методичні засади створення інноваційної моделі STEM-освіти у навчальних закладах. URL: <http://www.doipro.dp.ua>.
2. Гуз К. Ж. Теоретичні та методологічні основи формування в учнів цілісності знань про природу. Полтава: Довкілля-К, 2004. 472 с.
3. Зламанюк Л. М. Інтегроване навчання – основний складник STEM-освіти. *Стратегії сталого розвитку та програми STEM-навчання у змісті природничо-математичної освіти*: зб. наук. пр. Дніпро, 2017. С. 153–158.
4. Ільченко В. Р. Модель освіти сталого розвитку «Довкілля» як аналог STEM-освіти. *Стратегії сталого розвитку та програми STEM-навчання у змісті природничо-математичної освіти*: зб. наук. пр. Дніпро, 2017. С. 10–17.
5. Ільченко В. Р. Теоретичні основи формування природничо-наукової картини світу. *Формування природничо-наукової картини світу в учнів середньої школи*. Полтава, 2015. С. 17–25.
6. Коваленко В. С. Інтеграція знань як складова концепції сталого розвитку. *Технології інтеграції змісту освіти*: зб. наук. пр. Полтава, 2012. Вип. 4. С. 120–125.
7. Концепція освітнього проекту «Довкілля» / за ред. В. Р. Ільченко. Київ; Полтава: ПОІППО, 2003. 133 с.
8. Петрикеева О. О. STEM-освіта. URL: <http://www.imzo.gov.ua/stem-osvita>.
9. Планк М. Единство физической картины мира. Москва: Наука, 1966. 286 с.
10. Роман О. А., Роман О. В. STEM-освіта як інноваційний інструмент навчання робототехніки. *Імідж сучасного педагога*. 2016. № 4. С. 34–35.
11. Романенко М. І. STEM-освіта як майбутнє освіти. *Стратегії сталого розвитку та програми STEM-навчання у змісті природничо-математичної освіти*: зб. наук. пр. Дніпро, 2017. С. 8–10.
12. STEM-освіта: шляхи впровадження та перспективи / за ред. О. І. Данилової, В. В. Сургаєвої. Херсон: Херс. АНО, 2016. 120 с.
13. STEM-освіта та шляхи її впровадження у навчально-виховний процес: зб. наук. пр. Тернопіль, 2017.
14. Стратегії сталого розвитку та програми STEM-навчання у змісті природничо-математичної освіти: зб. наук. пр. Дніпро: Інновація, 2017. 276 с.
15. Сытник К. М., Вассер С. П. Современные представления об инвайроментализме. *Экология та неосферология*. 1996. № 3–4. С. 28–39.
16. Шумська Н. І. Формування ключових та предметних компетентностей на уроках хімії засобами сучасної STEM-освіти. *Стратегії сталого розвитку та програми STEM-навчання у змісті природничо-математичної освіти*: зб. наук. пр. Дніпро: Інновація, 2017. С. 130–135.

Дата надходження до редакції авторського оригіналу: 09.05.2019

Коваленко Валерий, Стец Надежда, Варгалюк Виктор. Интеграция естественнонаучных знаний как необходимая составляющая STEM-образования.

А Показано, что важным компонентом STEM-образования является интеграция содержания естественнонаучных знаний; действенным средством трансдисциплинарной интеграции может быть использование общих законов и закономерностей природы. Подчеркивается, что для реализации основных заданий STEM-обучения желательнее более широкое использование общих законов как факторов интеграции. Обсуждается опыт проведения турнира юных исследователей и изобретателей в Днепровском национальном университете.

Ключевые слова: интеграция знаний; STEM-образование; общие законы природы; средства трансдисциплинарной интеграции; творческое мышление

Kovalenko Valerij, Stets Nadia, Vargalyuk Victor. Integration of Natural Science Knowledge as an Incompatible Part of STEM-education.

S It is shown that an important component of STEM-education is content of natural science knowledge integration; use of general laws and laws of nature can be effective means of transdisciplinary integration. It is emphasized that in order to do the basic tasks of STEM-training, it is desirable to make wider use of general laws as factors of integration. The experience of conducting a tournament for young researchers and inventors at the Dnipro National University is discussed.

Key words: knowledge integration; STEM-education; general laws of nature; means of transdisciplinary integration; creative thinking

Коваленко Валерій Сергійович, доцент, кандидат хімічних наук, доцент кафедри фізичної та неорганічної хімії Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара

E-mail: kovalenro1948@gmail.com

Стець Надія Вікторівна, доцент, кандидат хімічних наук, завідувач кафедри фізичної та неорганічної хімії Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара

E-mail: nvstets1962@gmail.com

Варгалюк Віктор Федорович, декан хімічного факультету, доктор хімічних наук, професор кафедри фізичної та неорганічної хімії Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара

E-mail: vargalju@i.ua