

УДК 373.5.016:54+57]:004

Розвиток науково-дослідницьких компетентностей ліцеїстів на уроках хімії та біології шляхом впровадження STEM-технологій

Н. М. Зинюк,
учителька хімії та біології,
Відокремлений підрозділ «Науковий ліцей»
Державного університету «Житомирська політехніка»

Анотація. У статті розглядаються теоретичні та практичні аспекти розвитку науково-дослідницьких компетентностей ліцеїстів на уроках хімії та біології через упровадження STEM-технологій. Акцентується увага на інтегрованому підході до навчання, який поєднує природничі науки, технології, інженерію та математику, сприяючи формуванню дослідницьких навичок, критичного мислення та здатності до розв'язання реальних наукових проблем. Проаналізовано результати впровадження STEM-технологій, які акумулювалися в успішній участі учнів у наукових конкурсах, олімпіадах та інтелектуальних турнірах. Зроблено висновок про ефективність STEM-освіти як засобу розвитку наукового потенціалу учнів, їхньої мотивації до навчання та готовності до подальшої наукової діяльності.

Ключові слова: STEM-освіта, науково-дослідницька компетентність, хімія, біологія, проєктне навчання, цифрові технології, моделювання.

Актуальність. На сучасному етапі науково-дослідницька компетентність може розглядатись як цілісна інтегративна якість особистості, «що поєднує знання, уміння, навички, досвід діяльності дослідника, ціннісне ставлення й особистісні якості та виявляється в готовності та здатності здійснювати дослідницьку діяльність із метою отримання нових знань шляхом застосування методів наукового пізнання, застосування творчого підходу в цілепокладанні, плануванні, прийнятті рішень, аналізі й оцінці результатів дослідницької діяльності» [1: 34].

Аналіз літературних джерел наводить на думку, що застосування STEM-підходу оптимально сприяє формуванню науково-дослідницької компетентності. Адже в основі використання методів STEM-практико-орієнтованого підходу в освіті, що розвивають креативність й критичне мислення. Основною ідеєю STEM і є навчання через дослідження. Навіть така коротка історична ретроспектива демонструє етапи генезису понять від дослідницького методу і до науково-дослідницької компетентності, яка може бути зреалізована через STEM-підхід [2: 55].

Метою статті є аналіз використання STEM-елементів для навчання учнів з природничих дисциплін.

Використання на уроках з природничих дисциплін провідного принципу STEM-освіти – інтеграції – дозволяє здійснювати модернізацію методологічних засад, змісту, обсягу навчального матеріалу предметів природничо-математичного циклу, технологізацію процесу навчання та формування навчальних компетентностей якісно нового рівня. Це також сприяє більш якісній підготовці молоді до успішного працевлаштування та подальшої освіти, яка вимагає різних і більш технічно складних навичок, зокрема із застосуванням математичних знань і наукових понять [3: 12].

У своїй роботі ми прогнозуємо, що найближчим часом очікується зростання попиту на фахівців таких спеціальностей, як інженери-хіміки, аналітики комп'ютерних систем, робототехніки, інженери ядерної медицини тощо. І без STEM-освіти у цьому не обійтися. Використання STEM-елементів допоможе розв'язати проблему браку мотивації учнів. Звісно, перша складова мотивації – це інтерес самих учнів. І це не про розваги й спрощення, а про те, щоб показати, що світ у всіх його проявах єдиний і може бути пізнаним. Складно, але цікаво.

Практично у будь-яку тему з хімії можна інтегрувати відомості з біології, фізики, математичні розрахунки, моделювання реальне та віртуальне. Тому на уроках хімії та біології найкраще засвоюються ті знання, які були отриманні у процесі виконання лабораторних, практичних занять та проєктів. Часто діти просто не розуміють, як саме вони можуть застосувати знання з хімії у подальшому. Тому у програму уже закладено ряд навчальних проєктів, у яких учні вивчають не просто абстрактні дані, а створюють конкретний продукт, наприклад, виготовляють мило, практично досліджують достовірність реклами, досліджують рН ґрунтів своєї місцевості, тестують біопаливо. Вміння і навички, які потрібні для виконання навчальних проєктів, ми отримуємо на лабораторних та практичних роботах [4; 8].

Для розвитку науково-дослідницької компетентності на уроках хімії використовуємо віртуальну хімічну лабораторію, декілька мобільних додатків з доповненою реальністю, під час дистанційного навчання – онлайн-дошки спільного користування. Тому що правильно підібраний демонстраційний матеріал допомагає краще зрозуміти різноманітні процеси та явища, будову хімічних сполук та механізми їх взаємодій. Таким чином, візуалізація навчального матеріалу полегшує його сприйняття та засвоєння. Вивчення будови молекул хімічних сполук, зокрема, є ключовим завданням під час викладення теоретичного матеріалу з хімії, оскільки на ньому ґрунтується пояснення фізичних та хімічних властивостей речовин, а також методів їх одержання.

У підручниках, посібниках, монографіях є так звані 2D-зображення молекул, які не дають повної картини про їхню просторову конфігурацію, характер зв'язку між атомами, міжатомні відстані та валентні кути, а отже, не дають можливості здобувачам освіти повною мірою зрозуміти просторову будову молекул, механізми перебігу хімічних реакцій, суть фізичних та хімічних явищ тощо. Тому для кращого уявлення будови молекул, особливо в органічній хімії, доцільно використовувати 3D-зображення. Доповнена реальність (augmented reality, AR) дає можливість максимально візуалізувати об'єкт (атоми

та молекули, їх взаємодії), тобто перевести 2D-зображення у 3D, а також «оживити» його. Використання такого засобу інформаційно-комунікаційних технологій під час вивчення нового матеріалу дає можливість покращити просторову уяву учнів, «побачити» та глибше зрозуміти почутий навчальний матеріал, що сприятиме кращому його засвоєнню та формуванню певних практичних навичок.

Цей метод має переваги перед застосуванням комп'ютерних програм, оскільки дає можливість за допомогою мобільного телефону візуалізувати рисунки посібника у будь-якому місці знаходження здобувача освіти та не вимагає перебування перед комп'ютером чи ноутбуком. У разі наведення на рисунок мобільного телефону він «оживає», на екрані з'являється його тривимірна модель, з якою можна проводити певні маніпуляції (обертання, збільшення, перегляд під різними кутами) для кращого усвідомлення її будови. Використання об'єктів доповненої реальності дасть можливість швидко та доступно пояснити великий об'єм теоретичного матеріалу, а учням ефективно його засвоїти, сприятиме розвитку у них творчого мислення та підвищить мотивацію до навчання.

З досвіду роботи зазначимо, що особливу роль у формуванні науково-дослідницьких компетентностей відіграє метод моделювання – «як метод дослідження об'єктів, який починається з побудови моделей (інформаційних, математичних, комп'ютерних) процесів в об'єкті, що досліджується, і завершується приведенням результатів, отриманих моделюванням, до умов функціонування об'єкта» [5].

Моделювання – це процес заміщення одного об'єкта іншим з метою отримання інформації про найважливіші властивості об'єкта-оригіналу за допомогою об'єкта-моделі. Наочність є необхідним і закономірним засобом освітнього процесу на всіх етапах вивчення хімії в старшій школі. Тому сукупність наочного й практичного методів навчання у вигляді методу моделювання є самодостатнім і займає гідне місце серед сучасних методів навчання, якими користуємося у процесі вивчення окремих тем з хімії чи біології. З власного досвіду роботи можемо зазначити, що в процесі моделювання учні «пропускають» через себе інформацію, аналізують, узагальнюють, встановлюють причинно-наслідкові зв'язки і втілюють у модель. Створення моделей є невід'ємною частиною STEM-освіти, що передбачає вивчення учнем шляхів вирішення певної проблеми. Зрозуміло, що хімія не може існувати без математики: розв'язування задач, вивчення будови і геометрії молекул, симетрії ізомерів. Багато органічних і неорганічних сполук мають форму різних геометричних фігур.

STEM-освіта ґрунтується на інтеграції різних дисциплін та використанні сучасних технологій. Основними методичними підходами до реалізації STEM у природничих науках є проєктне навчання. На уроках ліцеїсти працюють над реальними проблемами, розробляють експериментальні моделі та презентують результати. Приклад у хімії: розробка екологічно чистих мийних засобів на основі натуральних інгредієнтів. Приклад у біології: дослідження впливу рН води на ріст мікроводоростей. Реальні дослідження, виконані ліцеїстами,

сприяють засвоєнню знань через практичний досвід. Приклад у хімії: аналіз якості води за допомогою тест-систем. Приклад у біології: вивчення дихання рослин за допомогою цифрових сенсорів CO₂.

Одним із принципів запровадження та розвитку STEM-освіти ми вбачаємо використання сучасних технологій. І однією з таких технологій, яка активно розвивається останні роки, є віртуальна та доповнена реальність. Наприклад, віртуальні лабораторії (Phet Colorado, Labster) – моделювання хімічних реакцій, мікробіологічних процесів, 3D-друк – створення моделей ДНК, органел клітини, молекулярних структур, датчики та сенсори – моніторинг температури, вологості, рівня pH під час експериментів. Як наслідок, використання таких технологій дає можливість провести STEM-урок з хімії за темою «Електрохімічні процеси та відновлювані джерела енергії». Метою такого уроку є продемонструвати роботу гальванічного елемента та дослідити ефективність різних металів. Методи, які використовуємо: експеримент, моделювання, аналіз отриманих даних. STEM-компоненти: science – хімічні реакції окиснення-відновлення, technology – використання вольтметра та цифрових сенсорів; engineering – конструювання прототипу батарейки; mathematics – обчислення напруги та струму. З біології це може бути STEM-урок на тему «Біотехнології у медицині». Метою такого уроку є дослідити використання ферментів у діагностиці та лікуванні захворювань. Методи, які використовуються на уроці: лабораторний експеримент, робота з мікроскопом, аналіз біохімічних реакцій. STEM-компоненти: science – дія ферментів на біологічні молекули; technology – використання спектрофотометра для вимірювання активності ферментів, engineering – створення прототипу біочіпу, mathematics – розрахунок концентрацій та швидкості реакцій.

Упровадження STEM-технологій у навчальний процес сприяє розвитку науково-дослідницької компетентності учнів, що підтверджується їхніми високими досягненнями на конкурсах та олімпіадах різного рівня. Зокрема, ліцеїсти здобули такі результати: на II етапі Всеукраїнського конкурсу-захисту науково-дослідницьких робіт учнів-членів МАН України: диплом I ступеня у секції «Лісове та садово-паркове господарство» (відділення «Екології та аграрних наук»); диплом II ступеня у секції «Біологія людини» (відділення «Хімії та біології»); диплом III ступеня у секції «Охорона здоров'я» (відділення «Хімії та біології»); диплом I ступеня у секції «Органічна хімія та біохімія» (відділення «Хімії та біології»). На III етапі Всеукраїнського конкурсу-захисту науково-дослідницьких робіт учнів-членів МАН України: диплом III ступеня у секції «Лісове та садово-паркове господарство» (відділення «Екології та аграрних наук»). III етап Всеукраїнської учнівської олімпіади: з хімії – дипломи I (1), II (1) та III (2) ступенів; з біології – диплом III ступеня. Ліцеїсти мають перемоги на Всеукраїнських конкурсах: «МАН-Юніор Ерудит» – дипломи I та II ступенів; «МАН-Юніор Дослідник» – два дипломи I ступеня, Всеукраїнський турнір юних хіміків імені В. В. Скопенка – диплом фіналіста; міжнародних конкурсах: «Інтелект молоді» – золота медаль; обласних інтелектуальних змаганнях: обласний інтелектуальний конкурс юних хіміків – диплом III ступеня.

Отримані нами результати свідчать про ефективність використання STEM-технологій у навчальному процесі та їхній значний вплив на формування науково-дослідницьких компетентностей. Поєднання експериментальної діяльності, цифрових технологій та міждисциплінарного підходу сприяє формуванню дослідницьких навичок, аналітичного мислення та практичного застосування знань.

Висновок. Отже, розвиток науково-дослідницької компетентності шляхом використання сучасних методів та технологій навчання, робота у віртуальних та віддалених лабораторіях (GoLab) дозволяє зробити уроки сучасними та цікавими для учнів. І навіть якщо учні не оберуть у подальшому професію, пов'язану безпосередньо з хімією або біологією, вони будуть цілком готові до нових технологій. STEM-освіта є одним із важливих трендів розвитку української освітньої системи. Тому новий підхід до навчання посилює дослідний і науково-технологічний потенціал школярів, розвиває навички критичного, інноваційного та творчого мислення, вирішення проблем, комунікації та командної роботи. Саме тому і надалі будемо працювати над впровадженням STEM-освіти на уроках хімії і біології та в позаурочний час.

Список використаних джерел та літератури

1. Бобилев Д. Є., Барабан К. О., Савіцька А. В. Факультативний курс. Задачі оптимізації для учнів 10–11 класів в рамках концепції STEM-освіти. *Наукові записки [Центрально-українського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка]*. Сер.: Педагогічні науки. 2018. 168. С. 34–38.
2. Головань М. С., Яценко В. В. Сутність та зміст поняття «дослідницька компетентність». *Теорія та методика навчання фундаментальних дисциплін у школі* : збірник наук. праць. Вип. VII. Кривий Ріг : Вид. відділ НМетАУ, 2012. С. 55–62.
3. Кириченко В. Г. Готовність вчителів до використання ІКТ на уроках хімії та біології як засіб розвитку професійної компетентності вчителя : метод. дослідження. Макіївка : НМЦ, 2013. 12 с.
4. Методичні рекомендації щодо впровадження STEM-освіти у загальноосвітніх та позашкільних навчальних закладах України на 2017/2018 навчальний рік : лист ІМЗО № 21.1/10-1470 від 13.07. 2017 року. URL: <https://imzo.gov.ua/2017/07/13/lyst-imzo-vid-13-07-2017>.
5. Балик Н. Р., Шмигер Г. П., Василенко Я. П. Формування STEM-компетентностей у процесі підготовки майбутніх учителів до впровадження STEM-освіти. 2017. URL: http://elar.fizmat.tnpu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/1007/Balyk_Shmyger_Vasylenko_Stem.pdf?sequence=1.