

УДК 373.5.016:54]:37.091.33:005.336.2

DOI 10.5281/zenodo.10214895

Н. І. Лебединець

КУ Сумська ЗОШ I-III ступенів № 8

Сумської міської ради

О. М. Бабенко

ORCID ID 0000-0002-1416-2700

С. П. Лебединець

Сумський державний педагогічний

університет імені А. С. Макаренка

STEM-ОСВІТА ЯК ВАЖЛИВИЙ ЧИННИК КОМПЕТЕНТІСНОГО НАВЧАННЯ ХІМІЇ

Сучасні трансформації у галузі освіти характеризуються переходом від підходу, спрямованого на передачу фактичних знань, до акценту на формування компетентностей. Ця нова освітня концепція підкреслює важливість розвитку учнівських навичок, умінь, ціннісного ставлення до набутої інформації та досвіду, об'єднуючи ці аспекти зі знаннями. Така зміна підходу призвела до оновлення Державних стандартів, перегляду концепцій освіти, перетворення навчальних програм, розробки інтегрованих курсів, впровадження нових методик навчання. З урахуванням важливості впровадження STEM-освіти, наукове обґрунтування впливу цього підходу на розвиток компетентностей учнів, зокрема хімії, ще потребує докладного дослідження та наукового аналізу. Мета статті полягає у дослідженні впливу STEM-освіти на компетентнісне навчання учнів хімії. У статті виділено основні переваги реалізації STEM освіти та ряд її важливих аспектів. Сформульовані вимоги до сучасного уроку хімії в закладі загальної середньої освіти: високий рівень інформатизації структури уроку та формулювання результатів уроку у вигляді продуктів освітньої діяльності учнів; суттєве зростання тривалості самостійної роботи учнів на уроці; зміна підходів до самого процесу навчання та до ролі вчителя. Виокремлено ряд методів та інструментів, що дозволяють оцінити вплив застосування STEM-підходу до навчання на рівень компетентності учнів закладів загальної середньої освіти: створення відповідних STEM завдань та проектів; спостереження за роботою учнів під час виконання STEM-завдань; збір даних та оцінювання досягнень; залучення та спонукання учнів до самооцінки свого розвитку та навчання; проведення обговорення та рефлексії з учнями їхніх досягнень та викликів. Визначено подальші перспективи наукових досліджень, що включають детальний аналіз впливу STEM-освіти на формування компетентності учнів у галузі природничих наук, техніки і технологій, а також вдосконалення методів оцінювання цього впливу.

Ключові слова: STEM-освіта, STEM-підхід у навчанні, компетентнісний підхід, формування компетентностей, навчання хімії, інтегроване навчання, інноваційна освіта, міждисциплінарний підхід, роль вчителя на уроці.

Постановка проблеми. Провідна ідея сучасних освітніх змін – це перехід від школи знань до школи компетентностей, які в нерозривному зв'язку включають і знання, і уміння і ціннісне ставлення до отриманої інформації та досвіду діяльності. Традиційний результат навчання: «знаю що», змінився у напрямі «знаю як». Відповідно до цього оновлюються Державні стандарти, Концепції, сформовано новий зміст освіти через оновлення змісту програм закладів загальної освіти, розробляються нові інтегровані курси, апробуються нові методики викладання, пишуться нові підручники.

Змінюються і погляди на сучасного учителя. Нинішній учитель із презентатора інформації приміряє роль тьютора, фасилітатора, того, хто пропонує процес, який допомагає учасникам розвинути компетентності. При цьому компетентності, насамперед, виступають як особистісні риси, уміння та здатність провадити професійну діяльність, ставлення та цінності.

Сучасний освітній контекст вимагає поглибленого розгляду проблеми впливу STEM-

освіти на компетентнісне навчання учнів у галузі хімії. Хоча STEM-освіта набула визнання як перспективний підхід, наукові докази впливу впровадження елементів STEM на розвиток компетентностей учнів на уроках потребують розгляду та наукового аналізу.

Аналіз актуальних досліджень. У сучасному світі, який переживає шалений розвиток інноваційних технологій, освіта стала невід'ємним чинником формування компетентностей громадян. Важливо надати учням можливість отримати якісну освіту в галузях природничих наук, математики, інженерії та програмування. Саме тому STEM-освіта (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) стала ключовим напрямком в інноваційній освіті. Україна активно прагне інтегруватися в європейський та світовий освітній простір, де пріоритетом є розвиток цінностей та компетентностей учнів.

Головна мета STEM-освіти полягає в реалізації державної політики з урахуванням нових вимог, встановлених Законом України «Про освіту» [1]; Концепцією реалізації державної політики у сфері реформування загальної середньої освіти на період до 2029 року «Нова українська школа», затвердженою розпорядженням Кабінету Міністрів України від 14 грудня 2016 року № 988-р [3]; Концепцією розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти), затвердженою розпорядженням Кабінету Міністрів України від 05 серпня 2020 року № 960-р [4]. Серед вимог наведених директив виокремлюється важливість посилення науково-технічного напрямку навчально-методичної діяльності на всіх рівнях освіти та створення науково-методичної бази для підвищення творчого потенціалу молоді та професійної компетентності науково-педагогічних працівників.

Система STEM-освіти відповідає ключовим компетентностям Нової української школи і створює основу для успішної самореалізації особистості як фахівця та громадянина. Нині ми стикаємося з дефіцитом фахівців, які володіють науковими знаннями та можуть брати участь в інноваційних процесах для забезпечення сталого розвитку суспільства у майбутньому.

STEM-освіта охоплює такі галузі, як наука, технології, інженерія та математика. Вона передбачає послідовність курсів і програм, які готують учнів до успішного працевлаштування та подальшої освіти після закінчення закладу загальної середньої освіти. Цей підхід вимагає від учнів розвитку різних навичок, включаючи технічні та математичні вміння, а також здатність застосовувати наукові поняття у практичній діяльності. STEM-освіта стала необхідністю в сучасному світі, вона готує молоде покоління до викликів сьогодення та дає їм знання та навички, необхідні для участі в розвитку науки та технологій [2].

Важливо відзначити, що STEM-освіта та STEM-підхід є відносно новими концепціями в українській освіті. Проте їхня актуальність та важливість підтверджуються значною кількістю публікацій, які з'явилися протягом останніх років. Ці публікації стосуються різних аспектів впровадження STEM-освіти в Україні, вирішення її проблем та розгляду перспектив розвитку. Авторами цих досліджень є такі фахівці, як Т. Андрущенко, С. Буліга, І. Василяшко, В. Величко, С. Гальченко, Л. Глоба, В. Камишин, Е. Клімова, Н. Морзе, Л. Ніколенко, М. Попова, М. Рибалко, І. Серницький, О. Стрижак, В. Шарко та багато інших [5; 10; 11].

Окрім українських науковців, ця тема також детально висвітлена у працях зарубіжних вчених, таких як М. Harrison, D. Langdon, B. Means, J. Morrison, A. Nicolas, M. Sanders та інші [6 – 9].

Мета цієї статті полягає у дослідженні впливу STEM-освіти на компетентнісне навчання учнів хімії.

Виклад основного матеріалу. STEM-освіта (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) – це підхід до навчання, який акцентує увагу на поєднанні чотирьох галузей: наука, технології, інженерія і математика. STEM-освіта спрямована на розвиток інтегрованих навичок та знань у цих областях, а також на сприяння розвитку критичного мислення, розв'язанню проблем і творчому підходу до навчання та вирішення завдань.

Навчання за STEM-підходом підкреслює практичну спрямованість та реальний характер завдань і проблем. У STEM-уроках основна увага приділяється процесу інженерного проектування. STEM-освіта впроваджує учнів у сферу практичних досліджень та

спонукає їх до відкритого дослідження. Підхід STEM акцентується на спільній та продуктивній роботі учнів.

Реалізуючи STEM освіту в навчанні учнів Комунальної установи Сумської загальноосвітньої школи I-III ступенів № 8 Сумської міської ради, нами були виділені такі її переваги:

- інтегроване навчання: STEM-освіта поєднує у собі проектний та міждисциплінарний підхід, використовуючи це поєднання для наочного вивчення складних концепцій та понять;
- застосування отриманих знань: важливим аспектом STEM є наголос на практичному використанні знань. Учні вивчають не просто теоретичні концепції, але й вміють застосовувати ці знання для створення конкретних продуктів і розв'язання реальних повсякденних завдань;
- розвиток критичного мислення: STEM-освіта сприяє розвитку критичного мислення, допомагаючи учням аналізувати складні проблеми та розробляти ефективні рішення, базуючись на умінні здобувати знання із достовірних джерел і перевіряти їх;
- підвищення впевненості: практичне застосування знань та участь у проектах підвищують впевненість у власних здібностях та стимулюють самостійність
- робота в команді: STEM-навчання сприяє розвитку навичок спільної роботи та комунікації, розвитку soft-skills, що є важливими у сучасному світі;
- підвищення інтересу до технічних дисциплін: учні дізнаються, що вивчення інженерних та технічних предметів може бути цікавим та захопливим;
- інноваційність: STEM-освіта включає в себе використання новітніх технологій та методів навчання, що підтримує інноватику та креативність;
- підготовка до майбутньої кар'єри: зростаючий попит на фахівців у галузі STEM забезпечує випускникам прямий шлях до успішної кар'єри в різних галузях, включаючи інженерію, комп'ютерні науки, природничі науки, медицину, та інші;
- підготовка до бурхливого технічного розвитку: сучасна освіта має сприяти всебічному розвитку учнів, а STEM-освіта є ідеальним інструментом для досягнення цієї мети.

Впровадження STEM-освіти є важливим завданням у сучасній освіті. Основним принципом STEM є інтегроване вивчення науки, технологій, інженерії та математики, яке вимагає підходу, відмінного від класичного. Щоб успішно впровадити STEM-освіту, необхідно враховувати кілька важливих аспектів:

- інтегровані дисципліни: STEM-освіта базується на інтегрованому підході, де різні предмети об'єднуються в єдиний освітній процес. Учні одночасно розвивають навички у природничо-математичних науках і технологіях, що допомагає їм більш глибоко розуміти взаємозв'язки між цими предметами;
- практичні завдання: у STEM-освіті великий акцент робиться на практичних завданнях та проектах. Учні вчаться застосовувати теоретичні знання для створення реальних продуктів та розв'язання реальних завдань;
- комплексне мислення: однією з основних цілей STEM-освіти є розвиток комплексного мислення. Учні навчаються дивитися на проблеми з різних сторін, робити аналіз та знаходити найкращі рішення;
- практична реалізація: під час STEM-уроків діти мають можливість не лише отримувати теоретичні знання, але і відразу застосовувати їх на практиці. Це допомагає зміцнити отримані знання та навички;
- активне навчання: STEM-освіта спонукає учнів до активного навчання та розв'язання складних завдань. Вони вчаться самостійно досліджувати та розв'язувати проблеми;
- залучення до технічних предметів: STEM залучає учнів до технічних наук та інженерії, роблячи їх захоплюючими і цікавими для учнів;
- підготовка до кар'єри: учні, які навчаються із впровадженням STEM-освіти, мають підготовку до кар'єри у різних галузях, де високо цінуються навички в STEM-дисциплінах;
- готовність до технічного розвитку: STEM-освіта допомагає підготувати молодь до швидкого та бурхливого розвитку технологій у сучасному світі.

Нами були сформульовані вимоги до сучасного уроку хімії в закладі загальної середньої освіти:

- високий рівень інформатизації структури уроку. Плануючі результати уроку, учитель передбачає продукти освітньої діяльності учнів, виходячи з концепції STEM:
 - ✓ S (наука): хімія/біологія/екологія/інформатика/основи здоров'я. Продукт: спостереження, проведення дослідів, розкриття ключових понять уроку і його складових частин, усвідомлення ціннісного значення отриманих на уроці знань і навичок;
 - ✓ T (технологія): формування навичок самостійної дослідницької діяльності та вдосконалення вміння опрацьовувати інформацію. Продукт: створення відеороликів, презентацій, презентування власних напрацювань, розвиток комунікативних навичок;
 - ✓ E (інженерія): проектування, дизайн моделей у т.ч. віртуальних. Продукт: виготовлення наочності своїми руками, створення презентацій, інших продуктів дослідження, елементи інженерного проектування, групова робота;
 - ✓ M (математика): вдосконалювати навичок вимірювання та обчислення, навички читати графіки, проводити обчислення, користуватися кількісними та порядковими числівниками. Продукт: розуміння якісного і кількісного складу хімічних формул, отриманої інформації, аналіз результатів «Підсумкової діагностичної роботи»;
- суттєве зростання тривалості самостійної роботи учнів на уроці (не менше 20-25 хвилин), під час якої реалізуються елементи інноваційних (сучасних) технологій – проектної, інтерактивної, дослідницької;
- зміна підходів до самого процесу навчання та до ролі вчителя, який поєднує навчання учнів, здатність грамотно говорити, підтримувати діалог, володіє сучасними (у т.ч. цифровими) технологіями, має зразкові особисті якості, зрозуміло пояснює, вчиться протягом життя, планує свій професійний розвиток.

Важливе питання, яке постало перед нами, – це методи та інструменти, що дозволять оцінити вплив застосування STEM-підходу до навчання на рівень компетентності учнів загальної середньої освіти. Ми виокремили ряд наступних інструментів:

- створення відповідних завдань та проектів: розробка STEM-завдань та проектів, які сприяють розвитку конкретних компетентностей, а перед учнями постають завдання, які вимагають застосування математичних знань, наукового методу, інженерного дизайну тощо. Перед виконанням таких STEM-проектів учнів знайомлять із чіткими і конкретними вимогами до їх оцінювання. Запропоновані критерії оцінювання мають дозволити оцінити розвиток навичок та компетентностей;
- спостереження за роботою учнів під час виконання STEM-завдань. Важливо відмітити, як учні працюють в команді, як застосовують знання та навички, як розв'язують проблеми;
- збір даних та оцінювання досягнень: проводиться оцінювання досягнень учнів до та після впровадження STEM-навчання. Порівняння отриманих даних дозволяє побачити, чи відбулися позитивні зміни в набутті учнями компетентностей;
- залучення та спонукання учнів до самооцінки свого розвитку та навчання в рамках STEM-проектів. Можна запропонувати учням вести щоденники або журнали, в яких відобразатиметься власний прогрес та здобуті навички;
- проведення обговорення та рефлексії з учнями їхніх досягнень та викликів під час STEM-навчання.

Загалом, оцінка впливу STEM-навчання на розвиток компетентностей учнів вимагає систематичного підходу та використання різних методів оцінювання. Варто усвідомлювати, що вплив може бути помітним не відразу, а з часом, тому важливо бути терплячим і відкритим до коригування методів навчання для досягнення найкращих результатів.

Висновки та перспективи подальших наукових розвідок. У зв'язку зі сучасними трансформаціями у галузі освіти, які визначають перехід від передачі фактичних знань до розвитку компетентностей учнів, STEM-освіта стає дедалі важливішою темою досліджень. Оновлення Державних стандартів, концепцій освіти, перетворення навчальних програм та

впровадження нових методик створюють новий освітній контекст. Незважаючи на доведену важливість упровадження STEM-освіти, необхідне докладне дослідження та науковий аналіз впливу STEM-підходу на розвиток компетентностей учнів, зокрема й на уроках хімії.

У статті сформульовані вимоги до сучасного уроку хімії:

- високий рівень інформатизації уроку та формулювання результатів уроку у вигляді конкретних продуктів освітньої діяльності учнів;
- збільшення тривалості самостійної роботи учнів на уроці;
- зміна підходів до навчального процесу та ролі вчителя.

Виділено низку методів та інструментів, які дозволяють оцінити вплив застосування STEM-підходу до навчання на рівень компетентності учнів:

- розробка STEM завдань та проектів;
- спостереження за роботою учнів під час виконання STEM-завдань;
- збір даних та оцінювання досягнень учнів до і після реалізації STEM-підходу до навчання;
- залучення та спонукання учнів до самооцінки свого розвитку та навчання;
- проведення обговорення та рефлексії разом з учнями стосовно їхніх досягнень та викликів.

Подальші перспективи наукових досліджень включають детальний аналіз впливу STEM-освіти на формування компетентності учнів у галузі природничих наук, техніки і технологій, а також вдосконалення методів оцінювання цього впливу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Закон України «Про освіту» (2017). Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19#Text>. (Law of Ukraine "On education" (2017). Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19#Text>).
2. Збірник матеріалів «STEM-школа – 2021». (2021). Н. І. Гущина, І. П. Василяшко, О. О. Патрикеева, О. В. Коршунова, Л. Г. Булавська (уклад.). Київ: Видавничий дім «Освіта». (Collection of materials "STEM school – 2021". (2021). N. I. Gushchyna, I. P. Vasylashko, O. O. Patrikyeva, O. V. Korshunova, L. G. Bulavska (compiler). Kyiv: Vydavnychy dim «Osvita»).
3. Концепція реалізації державної політики у сфері реформування загальної середньої освіти на період до 2029 року «Нова українська школа». (2016). Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/988-2016-%D1%80#Text>. (Concept of implementation of State Policy in the Field of General Secondary Education Reform for the period until 2029 "New Ukrainian School". (2016). Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/988-2016-%D1%80#Text>).
4. Концепція розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти). (2020). Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/960-2020-%D1%80#Text>. (Concept of development of Science and Mathematics education (STEM Education). (2020). Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/960-2020-%D1%80#Text>).
5. Упровадження STEM-освіти в умовах інтеграції формальної і неформальної освіти обдарованих учнів: методичні рекомендації. (2019). Н. І. Поліхун, К. Г. Постова, І. А. Сліпихіна, Г. В. Онопченко, О. В. Онопченко (уклад.). Київ : Інститут обдарованої дитини НАПН України. (Implementation of STEM Education in the Conditions of Integration of formal and informal Education of gifted students: Methodical Recommendations. (2019). N. I. Polihun, K. G. Postova, I. A. Slipukhina, G. V. Onopchenko, O. V. Onopchenko (compiler). Kyiv: Institute of the Gifted Child of the National Academy of Sciences of Ukraine).
6. Asunda, P. A., Mativo, J. (2016). Integrated STEM: A new primer for teaching technology education. *Technology and Engineering Teacher*, 75(4), 8–13.
7. Bouwma-Gearhart, J., Perry, K. H., Presley, J. B. (2014). Improving postsecondary STEM education: Strategies for successful interdisciplinary collaborations and brokering engagement with education research and theory. *Journal of College Science Teaching*, 44(1), 40–47.
8. Morrison, J. (2006). "TIES STEM Education Monograph Series: Attributes of STEM Education". Baltimore, MD:TIES, (2): 5.

9. Rif'atunnisa, N. B., Wardani, R., Durotul, Y., Adi, A. A. (2018). Influence of Learning Model Based on Project and Inquiry is Leading to Skin Literature Ability Based on Learning Learning in Basic School (Experimental Study by Applying STEM-based Learning). *American Journal of Educational Research*. 2018; 6(7):1029-1032. <https://doi.org/10.12691/education-6-7-21>.
10. Stryzhak, O. Y., Slipukhina, I. A., Polikhun, N. I., Chernetskiy, I. S. (2017). «STEM-освіта: основні дефініції». *Інформаційні технології і засоби навчання*, 62(6), 16–33. (Stryzhak, O. Y., Slipukhina, I. A., Polikhun, N. I., Chernetskiy, I. S. (2017). "STEM- Education: Basic Definitions". *Information Technologies and Teaching Aids*, 62(6), 16–33).
11. Yurchenko, K. (2022). Закордонний досвід та перспективи розвитку STEM-освіти в українських школах. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: «Педагогіка. Соціальна робота»*, 1(50), 337–340. <https://doi.org/10.24144/2524-0609.2022.50.337-340>. (Yurchenko, K. (2022). Foreign Experience and Prospects for the Development of STEM Education in Ukrainian Schools. *Scientific Bulletin of Uzhhorod University. Series: "Pedagogy. Social work"*, 1(50), 337–340. <https://doi.org/10.24144/2524-0609.2022.50.337-340>).

Lebedinets N. I., Babenko O. M., Lebedinets S. P. STEM-education as an important factor of competent teaching of chemistry.

Summary. Modern transformations in the field of education are characterized by a transition from an approach aimed at the transfer of factual knowledge to an emphasis on the formation of competencies. This new educational concept emphasizes the importance of developing student skills, abilities, value attitude to acquired information and experience, combining these aspects with knowledge. Such a change in approach led to the updating of the State Standards, the revision of education concepts, the transformation of educational programs, the development of integrated courses, and the introduction of new teaching methods. Taking into account the importance of the implementation of STEM education, the scientific justification of the impact of this approach on the development of students' competencies, in particular chemistry, still requires detailed research and scientific analysis. The purpose of the article is to investigate the impact of STEM education on the competence training of chemistry students. The article highlights the main advantages of implementing STEM education and a number of its important aspects. Formulated requirements for a modern chemistry lesson in a general secondary education institution: high level of informatization of the lesson structure and formulation of lesson results in the form of products of students' educational activities; a significant increase in the duration of independent work of students in class; changing approaches to the learning process itself and to the teacher's role. A number of methods and tools have been singled out that allow assessing the impact of the application of the STEM approach to education on the level of competence of students of general secondary education institutions: creation of relevant STEM tasks and projects; observation of students' work during STEM tasks; data collection and achievement evaluation; engaging and encouraging students to self-assess their development and learning; discussion and reflection with students of their achievements and challenges. The further prospects of scientific research, including a detailed analysis of the impact of STEM education on the formation of students' competence in the field of natural sciences, engineering and technology, as well as the improvement of methods for evaluating this impact, have been determined.

Keywords: STEM-education, STEM-approach in education, competence approach, competence formation, chemistry education, integrated education, innovative education, interdisciplinary approach, teacher's role in the lesson.