

ВПРОВАДЖЕННЯ В ОСВІТНІЙ ПРОЦЕС STEM-ТЕХНОЛОГІЙ: АКТИВІЗАЦІЯ КРЕАТИВНОГО МИСЛЕННЯ ТА КОГНІТИВНОЇ ГНУЧКОСТІ УЧНІВ

A Аналізується інноваційний підхід до організації процесу освіти, зорієнтованого на формування науково-технічної компетентності за допомогою STEM-технологій, визначено сутність і виявлено переваги STEM-навчання, які полягають у поєднанні міжпредметних практико-орієнтованих підходів до вивчення як окремих предметів, так і сучасних методів і засобів наукового й техніко-технологічного дослідження.

Мета статті: розгляд STEM-технології як засобу розвитку креативного мислення учня, що сприяє розкриттю його творчого потенціалу.

Обговорюються можливості міжпредметного інтегрованого підходу STEM у реалізації цілісного, практико-орієнтованого навчання природничим предметам, пропонуються шляхи впровадження STEM-навчання у сучасній школі.

Науковий і практичний потенціал STEM-технологій величезний, тому їхнє впровадження у систему навчання одночасно з проектним методом на різних рівнях сприятиме розвитку нових технологій, інноваційного мислення, творчих здібностей учнів, забезпечить потребу у добре підготовлених технічних кадрах.

Ключові слова: навчання; STEM-освіта; STEM-технологія; творча діяльність; творчий потенціал; креативне мислення; проектний метод

S *Svitelska Larysa. The introduction of Stem-technologies in the educational process: activation of creative thinking and cognitive flexibility of pupils.*

This article analyzes an innovative approach to the organization of an educational process focused on the development of scientific and technical competence with the help of STEM technologies. The article also identifies the essence and advantages of STEM learning, which consists of a combination of interdisciplinary practice-oriented approaches to the study of both individual subjects and modern methods and tools of scientific and technical-technological research.

The current article considers STEM technology as a means of developing the creative thinking of a pupil, which contributes to the development of his creative potential.

This study discusses the possibilities of an interdisciplinary integrated STEM approach in the enhancement of integral, practice-oriented teaching of natural subjects and offers ways of introducing of STEM-training in a modern school.

The scientific and practical potential of STEM technologies is huge, so their introduction into the education system with the project method at different levels will promote the development of new technologies, innovative thinking, and creative abilities of pupils, and provide the need for well-trained technical staff.

Key words: STEM education; STEM technology; creative activity; creative potential; creative thinking; design method

Світельська Лариса Миколаївна, учителька географії та біології, Староіржавецька загальноосвітня школа I-III ступенів Оржицької селищної ради Лубенського району Полтавської області, Україна

Svitelska Larysa, teacher of geography and biology, Staroirzhavets comprehensive school of I-III degrees of Orzhytska village council of Lubny district of Poltava region, Ukraine

E-mail: larisa7272@ukr.net

Вступ. Однією з тенденцій сучасного світу є інтеграція знань, різних сфер діяльності та виробництва, яка заснована на багатьох зв'язках математики, технології, інженерії та природничих наук.

Погоджуємося, що освіта в Україні, як і в світі, має тенденцію до інтеграції освітніх галузей, до запровадження комплексного компетентнісного навчання на базі реальних проектів, які розв'язують практичні завдання на стику науки, математики, інженерії та технологій. Моделі зазначених процесів реалізуються через упровадження STEM-освіти на різних рівнях освіти, в тому числі, і початкової [1].

У багатьох країнах світу ідея модернізації навчання, максимальної наближеності його до умов реального життя

реалізується у застосуванні інтегрованих міжпредметних програм STEM.

Аналіз попередніх досліджень і публікацій. Проблемам інноваційного науково-дослідного мислення учнів як бази для STEM освіти присвячені роботи як вітчизняних, так і закордонних учених. Питання впровадження STEM-освіти у заклади освіти розглядали R. Baiduc, R. Linsenmeier, N. Ruggeri [6], B. Corrola. Якщо говорити загалом, STEM передбачає інтегрований підхід до навчання, у якого академічні науково-технічні концепції вивчаються в умовах реального життя [8].

Різні питання STEM-освіти та STEM-технологій розробляються у річці закордонних досліджень. На жаль, в Україні проблематика цього виду освіти недостатньо досліджена.

Викладення основного матеріалу статті. Нині особливо актуальною є потреба у психолого-педагогічних дослідженнях та створенні діагностичних методик, інструментарію виявлення здібності та готовності учнів до STEM-професій.

Розшифруємо аббревіатуру STEM: S – science, T – technology, E – engineering, M – mathematics. У перекладі з англійської STEM означає взаємодію природничих дисциплін і технології, створення нових інженерних рішень із використанням знань математики. Головною ідеєю технології STEM є комплексне формування ключових професійних і соціально-особистісних компетенцій учнів, завдяки побудові навчальних дисциплін на міждисциплінарних засадах [4].

У Методичних рекомендаціях щодо впровадження STEM-освіти у загальноосвітніх та позашкільних навчальних закладах України на 2017/2018 навчальний рік наголошується, що одним із ефективних засобів формування компетентностей є проєктна діяльність [6].

Завдяки цьому підходу учні отримують знання, які можна застосувати для розв'язання різноманітних завдань, що виступають проміжним результатом навчання в ході досягнення конкретної освітньої мети.

Фізико-математичний зміст є основним у навчанні, зорієнтованому на STEM, реалізація якого передбачає використання інженерного методу дослідження (інженерного проєктування), який містить наступні етапи: визначення сутності проблеми, визначення вимог, попереднє дослідження, «мозкову атаку», розроблення та тестування проєкту, оцінку результату, внесення змін і представлення отриманого результату [там само].

У зв'язку з цим позначимо мету даної роботи – вивчення предметної галузі STEM як способу допомоги нинішнім учням у майбутньому стати професіоналами-новаторами, цілеспрямованими, творчими індивідами суспільства, країни.

Творчі здібності власними силами не гарантують творчих успіхів. Для досягнення необхідний «двигун», який запустив би у роботу механізм мислення, потрібна мотиваційна основа. Саме такою основою можуть стати STEM-технології, що поєднують у собі творче та креативне мислення, художній смак та естетичне виховання, ідеї та тісні міждисциплінарні зв'язки. Така система освіти вчить жити в реальному світі, що швидко змінюється, вміти реагувати на виклики сучасності, критично мислити, бути творчою особистістю [4].

Творчість – це посилена діяльність, спрямована на пошук новизни, і в рамках цього підходу основною педагогічною ідеєю STEM-технологій є організація освітнього процесу, що сприятиме розвитку творчого потенціалу та креативного мислення особистості як майбутнього професіонала. Творче мислення, у нашому розумінні, це насамперед ухиляння від шаблону, від заданого стандарту, поєднання непоєднуваного, що є ознакою оригінальності. Ось

тому важливою причиною активізації творчого мислення є свобода, незашореність мислення, здатність переходити межі стереотипів.

Творчість та інновації йдуть пліч-о-пліч. Креативне мислення може вдихнути нове життя у будь-який науковий і технологічний проєкт, показати його ще не розкриті можливості. Люди здатні вийти за межі технічних навичок і мислити нестандартно, можуть винайти щось абсолютно нове в інших сферах життєдіяльності людини.

Чинна практика та педагогічний пошук доводять, що ідеальна модель STEM-освіти має певні особливості, які потрібно враховувати в освітньому процесі: заняття повинні мати ознаки проблемного навчання, з постановкою практико-зорієнтованих завдань із реальним контекстом, вирішення яких передбачає міждисциплінарну взаємодію, роботу в команді, переважне використання індуктивних методів дослідження тощо [3].

Крім того, STEM-освіта формує певну сукупність якостей особистості, що складається з таких компонентів: критичне мислення, навички творчого розв'язання проблеми та діяльності у команді. Очевидно, що впровадження та розвиток STEM-освіти потребує підготовки відповідних педагогічних кадрів, правової та інформаційної підтримки на різних рівнях, створення спільнот зацікавлених представників різних професій і верств населення [7].

Навчання у контексті STEM учить критично мислити, підвищує загальну наукову грамотність і породжує нове покоління новаторів і винахідників. Наприклад, учні, крім фізики та математики, вивчають робототехніку, програмування, конструюючи та програмуючи власних роботів [там само].

На уроках планують, розробляють моделі сучасної промисловості, створюють проєкти, здійснюють спроби запропонувати власну модель, аналізують, роблять висновки, пов'язують її з життєвими ситуаціями, з власним досвідом. Такий підхід дає впевненість у своїх можливостях, вчить іти до своєї мети, долати перешкоди, перевіряти свою роботу багато разів, але й не зупинятися перед перешкодами.

Для створення кінцевого продукту учні можуть створити модель із доступних матеріалів (пластик, картон) або використати деталі вже наявного обладнання, але й у будь-якому випадку отримають досвід комбінування різних матеріалів, навчаються враховувати властивості речовин і розуміють, як раціонально з'єднати структурні компоненти моделі, щоб зробити її максимально ефективною та функціональною.

Розвиток критичного мислення – ще одна можливість навчання STEM. Критичне мислення передбачає вміння піддавати сумніву відомі факти, самостійний неупереджений погляд на нову ситуацію, творчий аналіз наявних даних із метою створення власних рішень. Це один із двигунів науки в цілому, і в сучасній науці існує безліч перспектив по-новому поглянути на реальність і підійти до

відкриттів у галузі природничих наук. Мислездатний підліток зможе найефективніше взаємодіяти з інформаційним простором, зможе оцінити та знайти суперечності в будь-якій інформації [1].

Особливо цінна ця здатність у дітей з їх відсутністю обмежень у мисленні, коли фантастичні, на перший погляд, ідеї можуть стати ключем до розв'язання проблем з охорони здоров'я, створення стійкої екосистеми у майбутньому чи інших інновацій.

Ще одна перспектива STEM-освіти – застосування проблемного навчання. Цей підхід добре зарекомендував себе у викладанні природничих наук і в реалізації підходів STEM при розв'язанні проблемних ситуацій, пошуку правильних відповідей, подоланні перешкод на шляху до запланованого рішення. Тут важливим моментом є формування в учнів особливого стилю розумової діяльності, дослідницької активності та самостійності [3].

На заняттях STEM невіддільною частиною роботи учнів є використання комп'ютерних програм для проектування розрахунків, а перед конструюванням матеріальної моделі утворюється її електронний прототип. Із використанням відповідного програмного забезпечення, можливе тестування технічних властивостей та ефективності, кінцевої продукції на електронному прототипі. Наприклад, можна перевірити на відповідність реальним умовам характеристик глибоководної дослідницької станції, використовуючи дані про водне середовище, такі як щільність, температура, тиск і закономірності кінетики [9].

Нині у багатьох країнах запущено програми підтримки можливостей отримання STEM-освіти у школах. У Канаді, Америці, країнах Європи потреба в інтеграції природничих дисциплін вирішена введенням у програму шкіл предмета «science», який поєднує кілька предметів, таких як фізика, хімія, біологія та інформатика [8].

Які ж можливості застосування STEM-навчання у школах, де не існує спеціального предмета для об'єднання цих дисциплін?

Звичайно, для реалізації інтегрованих програм можна використовувати додаткову освіту, наприклад, факультативи з біотехнології або нанотехнології, гуртки з конструювання та робототехніки чи інші секції різних напрямів. Але для реалізації STEM-навчання можлива інтеграція предметів природничого циклу й у рамках стандартів загальної освіти [6].

По-перше, можна проводити інтегровані уроки двох і більше навчальних предметів, наприклад, урок з вивчення властивостей води з точки зору фізики, хімії та біології, може містити завдання, що вимагають від учнів знань про склад, хімічні зв'язки у молекулах, фізичні властивості та ролі води для життя. Можна інтегрувати урок фізики та біології для дослідження властивостей світла та процесу фотосинтезу, або урок біології та інформатики для вивчення будови скелета людини з використанням графічних редакторів [7].

По-друге, реалізація STEM можлива через створення учнями проєктів із застосуванням знань декількох предметів і консультацій декількох учителів-предметників. Наприклад, для створення моделі безпілотного літального апарату із закріпленою територією для відеозапису, учням знадобляться знання фізики, математики та інформатики.

По-третє, потенційними є додаткові дво- або тритижневі заняття, на яких учні виконують групові практичні завдання, що вимагають знань і навичок із декількох дисциплін. Наприклад, завдання виростити проросток якоїсь невибагливої рослини, що має кілька вигинів стебла.

Перевага такої організації інтегрованого навчання полягає в отриманні досвіду командної роботи, з якою діти зіштовхнуться колись у майбутній професійній діяльності; розвитку дослідницького потенціалу та навичок критичного мислення, коли учням необхідно розрахувати та визначити склад ґрунту й запланувати режим поливу, обчислити відстані на стеблі рослини, де необхідно отримати вигини. В інженерному підході використовується технічний потенціал для розроблення та створення умов, у яких рослина утворюватиме запроєктовані учнями вигини [5].

У цьому напрямі, практичною допомогою є Полтавський обласний репозитарій освітніх матеріалів для дистанційного компоненту освітнього процесу в закладах загальної середньої освіти. Для його функціонування запущений сервер і використано програмне забезпечення DSpace. Метою створення репозитарію є забезпечення освітньої спільноти якісними навчальними матеріалами для дистанційного компоненту освітнього процесу в закладах загальної середньої освіти, реалізації змішаного навчання, поширення інноваційних освітніх технологій. Репозитарій матиме гнучкі функціональні можливості використання матеріалів, які стануть у нагоді освітянам області як при організації дистанційної взаємодії зі здобувачами освіти, так і під час очного навчання.

Висновки. Отже, STEM-освіта – це створення умов для формування бази науково-орієнтованої та гармонійної освіти на основі модернізації не лише природничої, а й суспільно-гуманітарної освіти, це широкий вибір можливостей для професійно-особистісного розвитку.

Науковий і практичний потенціал STEM-технологій величезний, але їх упровадження в систему навчання одночасно з проєктним методом на різних рівнях сприятиме розвитку нових технологій, інноваційного мислення, творчих здібностей учнів, забезпечить потребу у добре підготовлених технічних кадрах. Взаємозв'язок знань із багатьох освітніх галузей дозволить учням краще зрозуміти непростий і дуже цікавий світ у всьому його різноманітті.

Список використаних джерел

1. Барна О. В., Балік Н. П. Впровадження STEM-освіти у навчальних закладах: етапи та моделі. *STEM-освіта та шляхи її впровадження в навчально-виховний процес* : матеріали І регіон. наук.-практ. веб-конференції, Тернопіль, 24 трав. 2017 р. Тернопіль : ТОКІППО, 2017. С. 3–8. URL: <http://elar.ippu.edu.te.ua:8080/bitstream/123456789/4559/>.
2. Білік Н. І., Пилипенко В. В., Шостя С. П. Розвиток цифрової компетентності педагогічних працівників у системі післядипломної освіти. *Імідж сучасного*

педагога : електрон. наук. фах. журн. 2020. № 6 (195). С. 15–20. DOI: [https://doi.org/10.33272/2522-9729-2020-6\(195\)-15-20](https://doi.org/10.33272/2522-9729-2020-6(195)-15-20). URL: <http://isp.poippo.pl.ua/article/view/217445>

3. Ворошилов О. Всесвітній економічний форум у Давосі-2021. *Україна: події, факти, коментарі*. 2021. № 2. С. 11–17. URL: <http://nbuviap.gov.ua/images/ukraine/2021/ukr2.pdf>
4. Використання елементів STEM-освіти на уроках математики : зб. матеріалів роботи творчої групи викладачів математики. Рівне : НМЦ ПТО, 2019. 95 с.
5. Грицюк Т. В. STEM-освіта як засіб підвищення творчого потенціалу учнів в умовах профільного навчання. URL: http://elar.ippo.edu.te.ua:8080/bitstream/123456789/4576/1/02_%20Gritsyuk.pdf
6. 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 13.07.17 року. *Освіта.ua*. URL: https://osvita.ua/legislation/Ser_osv/56880
7. STEM-освіта. *Інститут модернізації змісту освіти*. URL: <https://imzo.gov.ua/stem-osvita/>
8. STEM освіта – світовий освітній тренд. *Марафон в-ва «Основа»*. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=esIN32UO6B4>
9. STEM-освіта – шлях до майбутнього. *Математика в школах України*. 2017. № 27 (543). С. 32–35.

References

1. Barna, O. V., & Balyk, N. R. (2017). Vprovadzhenia STEM-osvity u navchalnykh zakladakh: etapy ta modeli [Implementation of STEM education in educational institutions: stages and models]. In *STEM-osvita ta shliakhy yii vprovadzhenia v navchalno-vykhovnyi protses [STEM-education and ways of its implementation in the educational process]: materialy I rehion. nauk.-prakt.yi veb-konferentsii* (pp. 3-8). Ternopil: TOKIPPO. Retrieved from <http://elar.ippo.edu.te.ua:8080/bitstream/123456789/4559/> [in Ukrainian].
2. Bilyk, N. I., Pylypenko, V. V., & Shostia, S. P. (2020). Rozvytok tsyfrovoy kompetentnosti pedahohichnykh pratsivnykiv u systemi pisljadiplomnoi osvity [Development of digital competence of pedagogical workers in the

system of postgraduate education]. *Imidzh suchasnoho pedahoha [The image of a modern teacher]*, 6 (195), 15-20. DOI: [https://doi.org/10.33272/2522-9729-2020-6\(195\)-15-20](https://doi.org/10.33272/2522-9729-2020-6(195)-15-20). Retrieved from <http://isp.poippo.pl.ua/article/view/217445> [in Ukrainian].

3. Voroshylov, O. (2021). Vsesvitnii ekonomichniy forum u Davosi-2021 [World Economic Forum in Davos 2021]. *Ukraina: podii, fakty, komentari [Ukraine: events, facts, comments]*, 2, 11-17. Retrieved from <http://nbuviap.gov.ua/images/ukraine/2021/ukr2.pdf> [in Ukrainian].
4. *Vykorystannia elementiv STEM-osvity na urokakh matematyky [The use of elements of STEM education in mathematics lessons]: zb. materialiv roboty tvorchoi hrupy vykladachiv matematyky*. Rivne: NMTs PTO, 2019[in Ukrainian].
5. Hrytsiuk, T. V. *STEM-osvita yak zasib pidvyshchennia tvorchoho potentsialu uchniv v umovakh profilnoho navchannia [STEM-education as a means of increasing the creative potential of students in the context of specialized training]*. Retrieved from http://elar.ippo.edu.te.ua:8080/bitstream/123456789/4576/1/02_%20Gritsyuk.pdf [in Ukrainian].
6. Metodychni rekomendatsii shchodo vprovadzhenia STEM-osvity u zahalnoosvitnikh ta pozashkilnykh navchalnykh zakladakh Ukrainy na 2017/2018 navchalnyi rik [Methodical recommendations on the implementation of STEM education in secondary and out-of-school educational institutions of Ukraine for the 2017/2018 academic year]. Lyst ІМЗО № 21.1/10-1470 від 13.07.17 року. *Osvita.ua*. Retrieved from https://osvita.ua/legislation/Ser_osv/56880 [in Ukrainian].
7. *STEM-osvita [STEM education]*. Instytut modernizatsii zmistu osvity. Retrieved from <https://imzo.gov.ua/stem-osvita/>.
8. *STEM osvita – svitovyi osvitnii trend [STEM education is a global educational trend]*. Marafon v-va «Osnova». Retrieved from <https://www.youtube.com/watch?v=esIN32UO6B4> [in Ukrainian].
9. STEM-osvita – shliakh do maibutnoho [STEM education - the way to the future]. (2017). *Matematyka v shkolakh Ukrainy [Mathematics in schools of Ukraine]*, 27 (543), 32-35 [in Ukrainian].

Дата надходження до редакції
авторського оригіналу: 20.03.2022