



## РЕАЛІЗАЦІЯ STEM ТЕХНОЛОГІЙ ЗАСОБАМИ ПІДРУЧНИКІВ

**Марія Тишковець,**

науковий співробітник відділу STEM-освіти  
Інституту педагогіки НАПН України

 <https://orcid.org/0000-0002-6976-7440>

 maria\_td@ukr.net

У статті актуалізовано проблему реалізації STEM технологій в закладах загальної середньої освіти засобами підручників. STEM (акронім термінів англійського походження – Science (природничі науки), Technology (технології), Engineering (інженерія) та Mathematics (математика) розглядається в контексті освітньої політики багатьох країн світу як підхід до організації процесу навчання, щоб здобувачі освіти оволоділи навичками і знаннями, необхідними для досягнення успіху в галузях науки, технології та інженерії та набули когнітивних, творчих та науково-дослідницьких навичок, навичок комунікації, оброблення інформації, інтерпретації та аналізу даних, розвинули інженерне та алгоритмічне мислення та цифрову грамотність, креативні якості та інноваційність. Моделей реалізації STEM у системі загальної середньої освіти може бути як мінімум дві – це впровадження окремого навчального предмету STEM або інтеграція технологій STEM у предмети-складники STEM. У статті досліджено питання можливості реалізації технологій STEM засобами підручників саме з окремих предметів.

Підручник реалізує технології STEM якщо навчання за підручником побудоване на вирішенні проблем – рухатися від розв’язання практичних та конкретних завдань до узагальнення; якщо підручник містить завдання на роботу із масивами інформації між-дисциплінарного характеру – на конструювання і моделювання пристроїв чи рішень для командної роботи та відкриті завдання, в яких існує «безліч» рішень та «правильних» відповідей; прищеплює інтерес до предмета-складника STEM. Нами проаналізовано підручники авторських колективів науковців Інституту педагогіки НАПН України для 5–6-х класів закладів загальної середньої освіти в показано, що за їх допомогою можна реалізувати технології STEM.

**Ключові слова:** STEM, інтеграція, підручник, система загальної середньої освіти.

**Постановка проблеми в загальному вигляді та її зв’язок з важливими науковими та практичними завданнями.** Професійна діяльність в галузі STEM знаходяться на передньому краї технологічного та наукового прогресу, стимулюючи багато інновацій, які формують наш світ. У системі загальної середньої освіти здійснюється

ся пошук моделей реалізації STEM як окремого предмету і як інтегрованих модулів у предметах-складниках STEM. Зокрема на адаптаційному циклі базової середньої освіти (5–6 класи) запроваджено окремий предмет STEM, Концепцією розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) та планом заходів щодо реалізації Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) до 2027 року зокрема передбачено оновлення змісту природничої, математичної та технологічної освіти галузей (державні стандарти, навчальні програми, підручники, збірники задач, дидактичні матеріали, засоби навчання, електронні освітні ресурси тощо). Відповідно актуальним є питання як реалізовувати технології STEM засобами підручників.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій з проблеми, що розглядається у статті та означення аспектів загальної проблеми, яким присвячується стаття.** У педагогічній науці питання STEM-освіти досить активно досліджують В. Рогоза, В. Сіпій, Т. Засєкіна, І. Сліпучіна, Н. Поліхун, О. Коршунова, І. Василяшко, І. Чернецький О. Бутурліна та інші вчені. Серед ключових проблем, які досліджуються – особливості STEM як освітнього напрямку, правові засади функціонування STEM-освіти в Україні, види і дидактичні особливості STEM-середовища (STEM-центри, STEM-лабораторії, STEM-школи, STEM-коаліції, природничі, наукові, технічні музеї), роль мистецьких дисциплін у STEM освіті: від STEM до STEAM, дидактичні принципи STEM-навчання, форми і методи організації STEM навчання (STEM-урок, STEM-курс, STEM-проект, STEM-квест, STEM-фестиваль, STEM-хакатон, технології STEM), особливості реалізації та методи оцінювання STEM-проектів, науковий метод й інженерний дизайн у STEM- діяльності, розвиток дослідницьких умінь суб'єктів STEM орієнтованого навчання, перспективи розвитку STEM- освіти.

Складність та багатогранність проблематики впровадження STEM-освіти на теренах реформування української освіти спонукає до наукових розвідок щодо науково-методичних засад інтеграційних процесів в освіті, подальше вдосконалення нормативної бази, створення та реалізації на спеціальних міждисциплінарних освітніх програм для середньої та позашкільної освіти; впровадження освітніх інновацій у методику навчання і викладання, на основі особистісно орієнтованих та проблемно-орієнтованих підходів, навчально-дослідних та винахідницьких проектів, розробка основних підходів та критеріїв оцінювання інтелектуально-творчої діяльності учнів (Поліхун, Сліпучіна, Чернецький, 2017).

Попри широке коло напрямків досліджень STEM-освіти питання реалізації технології STEM засобами підручників не достатньо досліджене.

**Формулювання цілей (мета і завдання) статті.** З огляду на те, що моделі реалізації STEM у системі загальної середньої освіти може бути як мінімум дві – це впровадження окремого навчального предмету STEM або інтеграція технологій STEM у предмети-складники STEM, нами досліджено питання можливості реалізації технології STEM засобами підручників саме з окремих предметів.

**Основні методи дослідження:** *теоретичні* – системно-структурний аналіз змісту підручників для 5–6 класів закладів загальної середньої освіти, *емпіричні* – вивчення, аналіз та узагальнення практики реалізації STEM у закладах загальної середньої освіти.

**Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів.** Освітній тренд STEM, який був започаткований у 2000-х роках як поєднання програм з природничих наук (Science), технологій (Technology), інженерії (Engineering) та математики (Mathematics) з метою залучення закладів освіти, громади та підприємств для підготовки фахівців до професій, що потребують міждисциплінарного поєднання знань і умінь їх застосовувати у різних галузях нової економіки, з часом трансформувався у дидактичну систему, що реалізується технологіями STEM. Ключовою трансформаційною метою STEM стає формування особистості, яка здатна до незалежного мислення, самостійного комплексного розгляду і вирішення проблеми, комунікативної взаємодії, представлення й аналізу результатів, прогнозування ризиків в наслідків. Іншими словами STEM – це проєктно-орієнтована стратегія навчання, яка має заохочувати здобувачів освіти оволодіти навичками і знаннями, необхідними для досягнення успіху в галузях науки, технології та інженерії та набути когнітивних, творчих та науково-дослідницьких навичок, навичок комунікації, оброблення інформації, інтерпретації та аналізу даних, розвинути інженерне та алгоритмічне мислення та цифрову грамотність, креативні якості та інноваційність.

Упровадження STEM у закладах загальної середньої освіти здійснюється у різний спосіб. STEM реалізується інтегровано в освітній процес на предметах-складниках STEM як міжпредметні проєкти, окремі STEM-уроки або через локальне застосування технологій STEM. Як окремий напрямок STEM переважно реалізується у позаурочній діяльності – предметні тижні, проєктні заходи, науково-дослідні роботи, конкурси тощо. І вперше, як окремий предмет, є можливість впроваджувати міжгалузевий інтегрований курс STEM у 5–9 класах закладів загальної середньої освіти. Ми у своєму дослідженні зосереджуємо увагу на можливості реалізації технології STEM засобами підручників саме з окремих предметів. Для цього нами за основу STEM-освіти в гімназії обрано інтегральну педагогічну технологію – модель навчання, яка ґрунтується на виявленні в різних навчальних предметах споріднених елементів (проблем, сюжетів, подій, закономірностей) і поєднання їх у якісно нову цілісність з певною визначеною метою та модель навчання, побудовану на вирішенні проблем (PROBLEM-BASED LEARNING), яка передбачає навчання на основі аналізу проблем та викликів сучасного світу. Технологіями STEM у цьому аспекті є різні стратегії (форми, методи, прийоми і засоби навчання), щоб залучити учнів до навчання STEM. Технології STEM поєднують активне навчання, як от проблемне і проєктне навчання, практичні заняття, що побудовані на дослідженні і вирішенні проблем із використанням різноманітних засобів навчання, як от аудіовізуальні засоби навчання, комп'ютерні програми (у тому числі програми штучного інтелекту), спеціальне технічне обладнання та предмети побутового вжитку. Головне при цьому є не лише продукт чи рішення, яке отримують учні й учениці, а й процес його здобуття, який передбачає розвиток критичного й інженерного мислення, уміння співпрацювати, саморефлексію. Такі навички можуть формуватись різними предметами і завданнями, які є у підручниках.

Нами визначено критерії реалізації технологій STEM засобами підручника. Підручник реалізує технології STEM, якщо навчання за підручником побудоване на вирішенні

проблем – рухатися від розв’язання практичних та конкретних завдань до узагальнення; якщо підручник містить завдання на роботу із масивами інформації міждисциплінарного характеру – на конструювання і моделювання пристроїв чи рішень для командної роботи та відкриті завдання, в яких існує «безліч» рішень та «правильних» відповідей; прищеплює інтерес до предмета-складника STEM (Засекіна, Тишкова, 2023).

Нами проаналізовано підручники авторських колективів науковців Інституту педагогіки НАПН України для 5–6-х класів закладів загальної середньої освіти.

Реалізація технологій STEM у підручниках математики забезпечується завданнями на встановлення властивостей об’єктів, формулювання гіпотези, наведення контрприкладів, обґрунтування тверджень, виведення формул, уміння робити висновки тощо. У підручнику пропонується також низка завдань, що сприяють розвитку дослідницької діяльності учнів. Такі завдання у підручнику позначені відповідною позначкою у вигляді лупи. У підручнику запропоновано проєктні завдання: парні, індивідуальні та групові, творчі, інформаційні та практико-орієнтовані, короткотривалі та середньотривалі (Васильєва, 2022).

Підручник з інформатики забезпечує реалізацію проєктної методики навчання. Для цього матеріал кожного параграфу подано за інноваційною структурою. На початку сформульовано проблемне запитання, обговорення якого може дати вмотивувати учнів, залучити їх до активної роботи. Далі наведено послідовність проблемно-орієнтованих завдань, за допомогою яких учитель у певний спосіб (спільне обговорення, робота в парах, на комп’ютері або усно тощо) організовує проєктну діяльність учнів. Важлива методична особливість згаданих завдань: вони призначені не для закріплення вже отриманого навчального матеріалу, а для активного здобуття нових знань, навичок, набуття розуміння завдяки аналізу, пошуку та опрацювання інформації (Завадський, Коршунова, 2022).

Інноваційною є і структура підручника «Природничі науки», що також максимально забезпечує реалізацію STEM-освіти. Кожен параграф містить три рубрики «Досліджуй», «Дізнавайся» «Дій». Щоби виявити невідоме й почати розв’язувати проблему, потрібно дослідити, що і як відбувається. Саме на це спрямована рубрика «Досліджуй», яка містить завдання для досліджень. Учням пропонується самостійно дослідити природне явище чи проблему природничого змісту, вмотивувати шукати відповіді на запитання, що виникають у процесі дослідження (Засекіна, 2022).

Попри те, що традиційно розглядаються саме предмети-складники STEM, підручники з інших предметів авторських колективів науковців Інституту педагогіки НАПН України для 5–6-х класів закладів загальної середньої освіти також реалізують технології STEM. Наприклад, у підручнику «Українська мова» (автори: Ніна Голуб, Олена Горошкіна) є рубрики підручника, пов’язані із формуванням важливих якостей, необхідних для STEM: «Цілевизначення» – процес набуття важливої звички – ставити перед собою цілі, спочатку малі (на урок), а згодом – великі (на перспективу життя); «Рефлексія» формуватиме здатність самоконтролю, самостійність, наполегливість і відповідальність. Цей підручник переконує, що найкращий спосіб порозуміння, самопрезентації, взаємодії з людьми є уміння правильно формулювати запитання, обґрунтувати відпо-

відь, наводити приклади, підкріплені фактами. Підручник «**Українська література**» (автори: Таміла Яценко, Василь Пахаренко, Олеся Слижук) містить рубрики *Поміркуй!* – запитання та завдання для розуміння прочитаного, закріплення вивченого матеріалу, *Читай і досліджуй!* – творчі дослідницькі завдання та читацькі проекти для самостійного або ж групового виконання. *Підсумуй!* – запитання та завдання для систематизації та закріплення вивченого. У підручнику «**Досліджуємо історію і суспільство**» (автори: Олена Пометун, Юлія Малієнко, Тетяна Ремех) запропоновано рубрики, які розкажуть, як працювати з текстами та завданнями. Запитання під рубрикою *Обговоріть у класі* запрошують до колективного обговорення – адже що більше думок лунає, то цікавіше за-своювати матеріал. Завдання з рубрики *Досліди* пропонують попрацювати самостійно, у парах чи у групах, зробити власні маленькі відкриття й знайти відповіді, яких немає в текстах і які в кожній дитини можуть виявитися іншими. Під рубрикою *Поміркуйте* вміщено запитання та завдання, пов'язані з текстом. Їх слід виконувати під час читання індивідуально або в парах, а результати представляти після ознайомлення з текстом. Рубрика *Використовуй інструменти дослідження* містить рекомендації, які допоможуть виконати дослідницькі завдання та розвинути вміння досліджувати життя людей і суспільства в минулому і сьогоденні. Рубрика *Узагальнюємо і практикуємо* запрошує до участі в навчальному проекті, що підсумовує розділ курсу (Топузов, Засекіна, 2022).

Висновки дослідження та перспективи подальших розвідок в обраному напрямі. Навчання за підручниками, розробленими в Інституті педагогіки Національної академії педагогічних наук України, дає можливість учителям різних предметів показувати, що всі найцікавіші проекти / технологічні рішення створюються на стику наук, що обговорення предметного змісту можна пов'язувати із іншими предметами, що необхідно вміти отримувати необхідну інформацію, її аналізувати й застосовувати у практичній діяльності.

Моделей реалізації STEM у системі загальної середньої освіти може бути як мінімум дві – це впровадження окремого навчального предмету STEM або інтеграція технологій STEM у предмети-складники STEM. У статті досліджено питання можливості реалізації технології STEM засобами підручників саме з окремих предметів.

Підручник реалізує технології STEM якщо навчання за підручником побудоване на вирішенні проблем – рухатися від розв'язання практичних та конкретних завдань до узагальнення; якщо підручник містить завдання на роботу із масивами інформації міждисциплінарного характеру – на конструювання і моделювання пристроїв чи рішень для командної роботи та відкриті завдання, в яких існує «безліч» рішень та «правильних» відповідей; прищеплює інтерес до предмета-складника STEM. Нами проаналізовано підручники авторських колективів науковців Інституту педагогіки НАПН України для 5–6-х класів закладів загальної середньої освіти в показано, що за їх допомогою можна реалізувати технології STEM.

### Використані джерела

Грицай, С. М., Кода, С. В. (укладачі). (2021). STEM-освіта: теорія і практика: анотований каталог. Суми: НВВ КЗ СОШПО.

- Поліхун, Н. Сліпухіна, І, Чернецький, І. STEM орієнтоване навчання як педагогічна проблема. *Педагогічні інновації: ідеї, реалії, перспективи*. 2. 2017. 30–35. [http://nbuv.gov.ua/UJRN/ped\\_in\\_2017\\_2\\_7](http://nbuv.gov.ua/UJRN/ped_in_2017_2_7)
- Васильєва, Д. (2022). Організація освітнього процесу з математики в 5-х класах нової української школи. *Загальна середня освіта України в умовах воєнного стану та відбудови: методичний поради́ник науковців Інституту педагогіки НАПН України до початку нового навчального року* (методичні рекомендації) за заг. ред. Топузова, О., Засекіної, Т. Інститут педагогіки НАПН України. Київ: Освіта. 162–180.
- Завадський, І., Коршунова, О. (2022). Методичні рекомендації щодо викладання інформатики у 5 класі новій українській школі (за модельною навчальною програмою з інформатики І. О. Завадського, О. В. Коршунової, В. В. Лапінського). *Загальна середня освіта України в умовах воєнного стану та відбудови: методичний поради́ник науковців Інституту педагогіки НАПН України до початку нового навчального року* (методичні рекомендації за заг. ред. Топузова, О., Засекіної, Т. Інститут педагогіки НАПН України. Київ: Освіта. 180–185.
- Засекіна, Т. (2022). *Методичні рекомендації щодо вивчення інтегрованого курсу «Природничі науки Загальна середня освіта України в умовах воєнного стану та відбудови: методичний поради́ник науковців Інституту педагогіки НАПН України до початку нового навчального року* (методичні рекомендації за заг. ред. Топузова, О., Засекіної, Т. Інститут педагогіки НАПН України. Київ: Освіта. 185–195.
- Засекіна, Т., Тишковець, М. (2023). Підручники як засіб реалізації STEM-освіти. Науково-практична конференція науковців та педагогів, «STEM-імпреза: від ідеї до втілення» 26–29 червня 2023 року. Київ: Комунальна установа «Центр професійного розвитку педагогічних працівників м. Києва».
- Топузов, О. М., Засекіна, Т. М. (2022). Комплект підручників авторських колективів Інституту педагогіки НАПН України для учнів 5-х класів за новим державним стандартом базової середньої освіти. *Вісник Національної академії педагогічних наук України*. 4(1). 1–9. <https://doi.org/10.37472/v.naes.2022.4140>

## References

- Hrytsai, S. M., Koda, S. V. (ukladachi). (2021). STEM-osvita: teoriia i praktyka: anotovanyi katalog. Sumy: NVV KZ SOIPPO. (in Ukrainian).
- Polikhun, N. Slipukhina, I, Chernetskyi, I. STEM oriientovane navchannia yak pedahohichna problema. Pedahohichni innovatsii: idei, realii, perspektyvy. 2. 2017. 30–35. [http://nbuv.gov.ua/UJRN/ped\\_in\\_2017\\_2\\_7](http://nbuv.gov.ua/UJRN/ped_in_2017_2_7) (in Ukrainian).
- Vasylijeva, D. (2022). Orhanizatsiia osvitnoho protsesu z matematyky v 5-kh klasakh novoi ukrainskoi shkoly. Zahalna serednia osvita Ukrainy v umovakh voiennoho stanu ta vidbudovy: metodychnyi poradnyk naukovtsiv Instytutu pedahohiky NAPN Ukrainy do pochatku novoho navchalnoho roku (metodychni rekomendatsii) za zah. red. Topuzova, O., Zasiiekinoi, T. Instytut pedahohiky NAPN Ukrainy. Kyiv: Osvita. 162–180. (in Ukrainian).
- Zavadskyi, I., Korshunova, O. (2022). Metodychni rekomendatsii shchodo vykladannia informatyky u 5 klasi novii ukrainskii shkoli (za modelnoiu navchalnoiu prohramoiu z informatyky I. O. Zavadskoho, O. V. Korshunovoi, V. V. Lapinskoho). Zahalna serednia osvita Ukrainy v umovakh voiennoho stanu ta vidbudovy: metodychnyi poradnyk naukovtsiv Instytutu pedahohiky NAPN Ukrainy

- do pochatku novoho navchalnoho roku (metodychni rekomendatsii za zah. red. Topuzova, O., Zasiiekinoi, T. Instytut pedahohiky NAPN Ukrainy. Kyiv: Osvita. 180–185. (in Ukrainian).
- Zasiiekina, T. (2022). Metodychni rekomendatsii shchodo vyvchennia intehrovanooho kursu «Pryrodnychi nauky Zahalna serednia osvita Ukrainy v umovakh voiennoho stanu ta vidbudovy: metodychnyi poradnyk naukovtsiv Instytutu pedahohiky NAPN Ukrainy do pochatku novoho navchalnoho roku (metodychni rekomendatsii za zah. red. Topuzova, O., Zasiiekinoi, T. Instytut pedahohiky NAPN Ukrainy. Kyiv: Osvita. 185–195. (in Ukrainian).
- Zasiiekina, T., Tyshkovets, M. (2023). Pidruchnyky yak zasib realizatsii STEM-osvity. Naukovo-praktychna konferentsiia naukovtsiv ta pedahohiv, «STEM-impreza: vid idei do vtillennia» 26–29 chervnia 2023 roku. Kyiv: Komunalna ustanova «Tsentr profesiinoho rozvytku pedahohichnykh pratsivnykiv m. Kyieva». (in Ukrainian).
- Topuzov, O. M., Zasiiekina, T. M. (2022). Komplekt pidruchnykyv avtorskykh kolektyviv Instytutu pedahohiky NAPN Ukrainy dlia uchniv 5-kh klasiv za novym derzhavnym standartom bazovoi serednoi osvity. Visnyk Natsionalnoi akademii pedahohichnykh nauk Ukrainy. 4(1). 1–9. <https://doi.org/10.37472/v.naes.2022.4140> (in Ukrainian).

*Mariia Tyshkovets, Researcher of the STEM Education Department of the Institute of Pedagogy of the National Academy of Educational Sciences of Ukraine*

### IMPLEMENTATION OF STEM TECHNOLOGIES THROUGH TEXTBOOKS

The article actualizes the problem of implementing STEM technologies in institutions of general secondary education by means of textbooks. STEM (acronym of the terms “Science (Natural Sciences)”, “Technology”, “Engineering” and “Mathematics”) are considered in the context of educational policy in many countries of the world as an approach to organizing the learning process, so that applicants for education master the skills and knowledge necessary to achieve success in the fields of Science, Technology and Engineering and acquire cognitive, creative and research skills, communication skills, information processing, data interpretation and analysis, develop engineering and algorithmic thinking and digital literacy, creative qualities and innovation. There can be at least two models for implementing STEM in the general secondary education system: the introduction of a separate STEM subject or the integration of STEM technologies into STEM component subjects. The article examines the possibility of implementing STEM technology by means of textbooks in individual subjects.

The textbook implements STEM technologies if the training according to the textbook is based on problem solving – move from solving practical and specific tasks to generalization; if the textbook contains tasks for working with arrays of information of an interdisciplinary nature – for designing and modeling devices or solutions for teamwork and open tasks in which there are “many” solutions and “correct” answers; instills interest in the subject-component of STEM. We analyzed the textbooks of the author’s teams of scientists of the Institute of Pedagogy of the National Academy of Educational Sciences of Ukraine for grades 5–6 of general secondary education institutions and showed that STEM technologies can be implemented with their help.

**Keywords:** STEM, integration, textbook, general secondary education system