



Олена ЧЕРНЕЦЬКА  
Тетяна ПАШАНОВА

### STEM-ПІДХІД ДО РОЗВИТКУ ІНЖЕНЕРНОГО МИСЛЕННЯ УЧНІВ ПОЧАТКОВИХ КЛАСІВ

**Анотація.** У статті розкривається питання STEM-підходу до розвитку інженерного мислення учнів Нової української школи. Охарактеризовано зміст та структуру інженерного мислення, а також можливість впровадження STEM-підходів в освітньому середовищі з метою розвитку інженерного мислення в учнів 1-4 класів. Розглянуто питання організації інтегративного та діяльнісного підходів до організації освітнього процесу початкової школи у контексті реалізації ключових та предметних компетентностей учнів початкових класів.

**Ключові слова:** інженерне мислення, діяльнісний підхід, інтегративний підхід, уява, навчально-пізнавальна діяльність, ігрова діяльність, проектна діяльність, проект, STEM-освіта, STEM-підхід.

#### Постановка проблеми.

Важливим завданням сучасної освіти сьогодні є формування в учнів початкових класів актуальних на ринку праці компетентностей, які допомагають втіленню в освітньому процесі цілей «Концепції реалізації державної політики у сфері реформування загальної середньої освіти «Нова українська школа» на період до 2029 року» та «Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти)», успішній соціалізації в сучасному глобалізованому світі та, завдяки цьому, забезпечуватимуть у майбутньому розвиток таких галузей як: інженерія, ІТ-технології, архітектура, дизайн-технології, біо- та нано-технології тощо. До спеціалістів зазначених сфер діяльності постає вимога у розвитку здатності швидко й гнучко адаптуватися до нових потреб та цінностей суспільства в умовах стрімкого розвитку науки й техніки, формування умінь і навичок у розв'язанні завдань інтегративного характеру, що виникають на перехресті кількох дисциплін.

Природничо-математична освіта (STEM-освіта) стає «одним з пріоритетів розвитку сфери освіти, складовою частиною державної політики з підвищення рівня конкурентоспроможності економіки та розвитку людського капіталу, одним



з основних факторів інноваційної діяльності у сфері освіти, що відповідає запитам економіки та потребам суспільства» [9]. Тому нові підходи до розвитку мислення майбутніх фахівців спонукають до пошуку сучасних, активних, ефективних і перспективних технологій і методів навчання учнів, що дають ключ до їх власного розвитку упродовж життя.

Одним із важливих напрямів реалізації національної стратегії модернізації освіти є формування освітнього середовища. Як зазначає Бик А.С., освітнє середовище – це «сукупність систематизованих інформаційно-інтелектуально-технологічних та соціально-культурних умов освоєння якого-небудь ремесла як засобу задоволення потреб життєдіяльності особистості» [2]. Завданням освітянської спільноти сьогодні є створення цієї сукупності систематизованих умов в освітньому середовищі для ефективного освоєння учнями в майбутньому професій вищезгаданих галузей.

Як зазначено в «Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти)» (далі Концепція) одним із основних політичних підходів до сприяння розвитку наукоємних та високотехнологічних галузей, спрямованих на заохочення дітей та молоді до проведення досліджень та оволодіння науково-



технічними, інженерними професіями, є «розроблення ефективних і привабливих методів упровадження навчальних програм з навчальними методиками природничо-математичної освіти (STEM-освіти)» [10].

Компетентнісний потенціал кожної освітньої галузі Державного стандарту початкової освіти забезпечує формування всіх ключових компетентностей, зазначених у Стандарті, зокрема тих, які необхідні для виховання майбутнього інженера: математична, екологічна, інформаційно-комунікаційна компетентності, компетентності у галузі природничих наук, техніки і технологій, інноваційність, навчання впродовж життя тощо.

Інженерне мислення є основою для оволодіння однією з найпопулярніших професій – професії інженера. Вчителю початкових класів необхідно зосередити увагу на розвитку критичного та продуктивного мислення учнів, вмінні моделювати процеси і ситуації, досліджувати явища та об'єкти, створювати інформаційні продукти та вироби. Це, в свою чергу, сприяє формуванню цілісної картини світу, спрямованості власної діяльності особистості на благо людей і природи.

Коли ми замислюємось над вихованням майбутнього інженера, то виникають питання. Зокрема: як саме в учнів пробудити інтерес до техніки; на що потрібно звертати увагу, щоб розвинути обдарованість у галузі інженерії; і за яких умов можна бути впевненим, що перед нами не просто майбутній інженер, а креативний спеціаліст з міцним фундаментом знань і високим творчим потенціалом.

Щоб дати відповідь на вище поставлені запитання, розглянемо новий, сучасний напрям освітньої діяльності – STEM-освіту та можливості впровадження STEM-підходу у початковій освіті з метою розвитку інженерного мислення учнів.

#### **Аналіз основних досліджень і публікацій.**

Концепція містить основні терміни, мету, завдання та пріоритети розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) в Україні, її основні принципи та форми, напрями, етапи та умови реалізації.

*Природничо-математична освіта (STEM-освіта)* у Концепції визначена як «цілісна система природничої і математичної освітніх галузей, метою якої є розвиток особистості через формування компетентностей, природничо-наукової картини світу, світоглядних позицій і життєвих цінностей з використанням трансдисциплінарного підходу до навчання, що базується на практичному застосуванні наукових, математичних, технічних та інженерних знань для розв'язання практичних проблем для подальшого використання цих знань і вмінь у професійній діяльності» [10].

Теоретичні підходи реалізації STEM-освіти досліджували О. Бутурліна, І. Василяшко, Д. Васильєва, С. Волянська, С. Галата, О. Данилова, В. Єлізарова, С. Кириленко, О. Коршунова, О. Кузьменко, Н. Морзе, І. Пархоменко, О. Патрикеева, І. Савченко, О. Стрижак, О. Ткаченко та ін.

Дослідимо фахову літературу з проблеми розвитку інженерного мислення з метою пошуку дієвих шляхів щодо удосконалення змісту навчання учнів початкових класів та застосування ефективних і привабливих методів упровадження навчальних програм з навчальними методиками природничо-математичної освіти (STEM-освіти).

Питання розгляду поняття «інженерне мислення» та його формування вивчали О. Годунова, Т. Кудрявцев, Л. Мізанова, В. Столяренко, Л. Столяренко, І. Церковна та ін. Виокремлюються різні підходи до визначення поняття «інженерне мислення» та його формування під час освітнього процесу.

І. Стеценко визначає *інженерне мислення* як мислення, що «спрямоване на розроблення, створення та використання технічних інновацій для досягнення найбільш економічних, ефективних і якісних результатів, а також для гуманізації виробництва й праці» [12].

На думку К. Крутій, «інженерне мислення» означає мислення, що зорієнтоване на розробку, виготовлення та застосування технічних інновацій з метою досягнення якісних результатів у процесі виробництва [7]. Вона характеризує *культуру інженерного мислення* як вміння самостійно і відносно вільно користуватися своїми знаннями у процесі переробки природних матеріалів, енергії та інформації з метою отримання нових знань про те, аналогів чого не має у світі, а може виникнути лише у процесі інженерної творчості [17].

О. Терьохіною охарактеризовано інженерне мислення як «особливий вид мислення, що формується і виявляється під час вирішення інженерних завдань, спрямоване на забезпечення діяльності з технічними об'єктами, здійснюване на когнітивному і інструментальному рівнях». Вона розглядає інженерне мислення як розумовий процес, що має трикомпонентну структуру: поняття – образ – дія з їх складними взаємодіями. Найважливішою особливістю інженерного мислення, на її думку, є «характер протікання розумового процесу, його оперативність: швидкість актуалізації необхідної системи знань для вирішення незапланованих ситуацій, імовірнісний підхід при вирішенні багатьох завдань і вибір оптимальних рішень, що робить процес вирішення виробничих і технічних завдань особливо складним» [13].

За Терьохіною О.Л. інженерне мислення має таку структуру [13]:



## ІНЖЕНЕРНЕ МИСЛЕННЯ

<i>технічне мислення</i>	<i>конструктивне мислення</i>	<i>дослідницьке мислення</i>	<i>економічне мислення</i>
<i>вміння аналізувати склад, структуру, будову та принцип роботи технічних об'єктів у змінених умовах</i>	<i>побудова певної моделі вирішення поставленої проблеми або завдання, під якою розуміється вміння поєднувати теорію з практикою</i>	<i>визначення новизни завдання, уміння зіставити з відомими класами завдань, вміння аргументувати свої дії, отримані результати і робити висновки</i>	<i>рефлексія якості процесу та результату діяльності</i>

Психологічний зміст інженерного мислення досліджує і С. Комаров. Він зазначає, що «особливості подання і сприйняття технічного знання – наочність, знаково-символічне вираження і т.д. – зумовлюють домінанту наочно-образної компоненти в психологічній структурі інженерного мислення, значущість процесів уяви, інтуїції, фантазії, невербалізованого мислення для вирішення технічних проблем. Тому дослідження психології інженерного мислення пов'язані з вивченням генезису і його психологічної структури – співвідношення продуктивних і репродуктивних здібностей, механізмів сприйняття і «переробки» специфічно представленої інформації, психології формування конструкторського задуму та ін.» [5].

Він наголошує, що «головне в інженерному мисленні – розв'язання конкретних завдань і цілей, що висувуються виробництвом, за допомогою технічних засобів для досягнення найбільш ефективного та якісного результату» [5].

Інженерне мислення має наукову складову і, як основу його формування, науковцями виділено *передінженерне мислення*. Його характерними ознаками є:

- формування інженерного мислення під час дослідно-експериментальної, дослідницько-конструкторської та творчої діяльності з різними видами конструкторів;

- результат такого виду мислення на рівні практичної діяльності – є загальнодоступним продуктом, створеним за допомогою моделювання, модифікації і трансформації;

- залежність розвитку інтелектуальних якостей молодших школярів (винахідливості, кмітливості, здогадки, прагнення до пошуку нестандартних рішень завдань) від рівня сформованості передінженерного мислення, тому процес формування такого мислення відбувається з опорою тільки на експериментальну і конструкторську основу [11].

Дослідивши інженерне мислення як розумовий процес, проаналізуємо його складові за структурою О. Терьохіної з огляду можливостей застосування STEM-підходів у початковій освіті.

*Технічне мислення*, що передбачає вміння аналізувати склад, структуру, будову та принцип роботи технічних об'єктів у змінених умовах, на нашу думку, розвивається в учнів початкових класів безпосередньо під час конструкторської діяльності з різними матеріалами, виготовлення

аплікацій, розв'язання задач геометричного змісту, практико-орієнтованих завдань, під час виконання STEM-проектів тощо.

*Конструктивне мислення* включає в себе побудову певної моделі вирішення поставленої проблеми або завдання. Моделі дозволяють відтворити суттєві зв'язки між предметами або їх частинами, що допомагає у розвитку вміння поєднувати теорію з практикою. Тому важлива роль у формуванні основ інженерного мислення учнів початкової школи в освітньому процесі відводиться наочному моделюванню предметів і явищ, над чим із задоволенням працюють всі учасники освітнього процесу.

Домогтися значних успіхів у своїй діяльності інженеру дозволяють технічні здібності. Головними компонентами технічних здібностей, у тому числі й інженерних, на нашу думку, є:

- схильність до техніки, технології та інженерної справи, до технічної творчості, технічного мислення;

- наявність просторової уяви;

- технічна спостережливості, яскраво виражені зорова і моторна пам'ять, точність окоміру;

- ручна умілість (спритність).

З огляду на домінування наочно-образної компонентив психологічній структурі інженерного мислення, можна стверджувати, що для розвитку та вирішення задач технічного характеру необхідно шукати і створювати умови для такої форми організації навчально-пізнавальної діяльності, щоб формувати просторову уяву учнів, розвивати їх геометричне бачення, окомір та одночасно у процесі моделювання об'єктів розвивати також технічні здібності учнів.

*Дослідницьке мислення*, вміння зіставляти нове завдання із відомими класами завдань, співставляти отриманий результат із прогнозованим, визначати проблему через співвіднесення нових фактів із попереднім досвідом та робити висновки розвивається, на нашу думку, саме під час виконання нового завдання. Вміння аргументувати свої дії учні удосконалюють під час дослідження різних шляхів розв'язання проблемної ситуації та вибору раціонального шляху її розв'язання. Саме на таких обов'язкових результатах навчання здобувачів освіти наголошено у вимогах до змістової лінії «Критичне оцінювання даних, процесу та результату розв'язання навчальних і практичних задач» математичної освітньої галузі



Державного стандарту початкової освіти.

Від інженерів потрібні не тільки знання у власній галузі, а й вміння презентувати свої можливості і реалізовувати результат діяльності. І в цьому допоможе фахівцю розвинене *економічне мислення* як рефлексія якості процесу та результату діяльності. Можна стверджувати, що в Новій українській школі спрямовано освітній процес на розвиток економічного мислення. Так, наприклад, одним із загальних результатів навчання здобувачів освіти вимог до змістової лінії «Критичне оцінювання даних, процесу та результату розв'язання навчальних і практичних задач» математичної освітньої галузі Державного стандарту початкової освіти визначено, що здобувач «оцінює правильність розв'язання проблемної ситуації; виявляє та виправляє помилки» [9].

Ефективним засобом формування компетентностей учнів початкових класів, необхідних для інженерної галузі, є *проектно-дослідницька діяльність*, що відповідає суті, особливостям організації та функціонування STEM-проєкту, як способу досягнення цілі шляхом детального аналізу проблеми, що завершується реальним практичним результатом [8].

Досліджуючи поняття «проектна діяльність», звертаємо увагу, що у багатьох авторів зазначене поняття трактується як набір необхідних операцій для реалізації навчального проєкту (А. Цимбалару та ін.). Проектна діяльність розглядається у площині організації процесу узагальненого і безпосереднього пізнання реальної дійсності, що набуває характеру сучасного проєктування, котрим передбачено отримання конкретного (практичного) результату і його публічне представлення. Окрім того, проєктна діяльність сприяє створенню розвивального середовища, яке мотивує знаннєво-вміннєву активність учнів, а тому її розглядають як засіб саморозвитку учнів.

Залучення учнів до проєктної діяльності в першу чергу спрямоване на:

- формування ключових компетентностей;
- формування предметних та дослідницьких умінь [15].

Здійснивши аналіз науково педагогічних та методичних джерел стосовно використання STEM-підходу у вітчизняній початковій школі, констатуємо відсутність єдиного визначення поняття «STEM-підхід» та виокремлення особливостей його впровадження. Фахівці наголошують, що «*STEM-підхід* інтегрує викладання природничих і математичних дисциплін за допомогою практичних наукових досліджень, технологічного та інженерного проєктування, а також математичного аналізу й міждисциплінарних тем [14].

З метою використання STEM-проєктів у освітньому процесі початкової школи уточнимо поняття «навчальний проєкт».

Зокрема, Н. Поліхун тлумачить навчальний проєкт як форму організації занять, котрою передбачено комплексний характер діяльності

всіх його учасників з отримання освітньої продукції за певний проміжок часу. М. Бухаркіна в навчальному проєкті вбачає спільну навчально-пізнавальну, творчу або ігрову діяльність учнів-партнерів, яка має спільну мету, узгоджені методи, засоби діяльності та спрямована на досягнення спільного результату з розв'язання певної проблеми, значущої для учасників проєкту. Н. Мойсеюк визначає навчальний проєкт як форму організації навчання, яка передбачає діяльність всіх його учасників, спрямовану на отримання освітньої продукції за певний період – від одного уроку до декількох місяців. За А. Цимбалару та ін., навчальний проєкт – це організаційна форма роботи, що орієнтована на засвоєння навчальної теми або навчального розділу і становить частину стандартного навчального предмета або кількох предметів. Отже, визначення основних характеристик поняття «навчальний проєкт» також характеризується різноплановістю підходів.

Метою розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) є комплексне поширення інноваційних методик викладання та об'єднання зусиль учасників освітнього процесу і соціальних партнерів у формуванні необхідних компетентностей здобувачів освіти, які дадуть можливість запропонувати розв'язання проблем суспільства, поєднавши природничі науки, технології, інженерію та математику [12].

Формування освітньої середовища з метою розвитку учнів початкових класів, та їх мислення зокрема, вимагає від вчителя знань та розуміння раціональних шляхів для досягнення здобувачами освіти обов'язкових результатів навчання відповідно до Державного стандарту початкової освіти. Цього можна досягти шляхом застосування в освітньому процесі STEM-підходів.

Розвиток інженерного мислення учнів початкових класів шляхом застосування STEM-підходу, тісно переплітається з реалізацією основних завдань природничо-математичної освіти. Так, зокрема під час виконання STEM-проєктів формуються навички розв'язання комплексних проблем, критичного мислення, креативності та когнітивної гнучкості (швидке реагування на зміни, погляд на проблему під іншим кутом, новий погляд на ситуацію з виникненням нових, додаткових обставин), вміння оцінювати ризики та приймати рішення, фінансової грамотності. Розвиваються загальнокультурна, технологічна, комунікативна і соціальна компетентності, а також математична й природнича грамотність.

Також шляхом виявлення нахилів і здібностей молодших школярів відбувається всебічний, гармонійний розвиток особистості, яка володіє засобами пізнавальної та практичної діяльності та прагне до навчання упродовж життя, формування вмінь практичного і творчого застосування здобутих знань.

Зважаючи на вищесказане, дану технологію можна вдало використовувати в освітньому процесі для розвитку інженерного мислення, підвищення рівня STEM-освіти під час організації та проведення STEM-проєктів.



Н.Гагаріна та Г.Скрипка у своєму посібнику [16] презентують розробки STREAM-проектів, створених на основі інтеграції, а також пропонують широке коло тем, які належать до різних складових STREAM-освіти, зокрема це інжиніринг, математика, технології тощо.

Пропонуємо добірку ресурсів, де можна знайти цікаві ідеї реалізації STEM-проектів в освітньому процесі початкової школи:

1. STEM-проекти для початкової школи містить розробки STEM-уроків, STEM-проектів, STEM-квестів, STEM-ігор та вікторин для учнів початкових класів;

2. WEB-STEM-школа – це захід для педагогів, де відбувається представлення досвід упровадження STEM-освіти;

3. віртуальний STEM-центр Малої академії наук здійснює реальні і віртуальні навчальні дослідження, спрямовані на розвиток STEM-освіти;

4. відділ STEM-освіти ІМЗО - фейсбук-спільноти, у якій учасники розміщують інформацію про проведені STEM-заходи в закладі освіти;

5. STEM-проекти – приклади STEM-проектів від видання «Колосок»;

6. Steamexperiments – гарне рішення для творчих педагогів, які мають бажання впроваджувати STEM-освіту та шукають нових ідей щодо реалізації STEM-проектів;

7. На сайті Teacherstryscience розміщуються розробки STEM-проектів, та ресурси, які мають на меті викликати інтерес школярів до наукових досліджень.

Залучаючи учнів до проектної діяльності, ми підіймаємо основне завдання природничо-математичної освіти (STEM-освіти) на її початковому рівні розвитку. А саме, стимулюємо допитливість та підтримуємо інтерес учнів до навчання і пошуку знань, мотивуємо їх до самостійних досліджень, науково-технічної творчості, залучаємо до створення простих приладів та конструкцій.

Учні краще засвоюють нові знання, у тому числі й з математики та фізики, на ранньому етапі їх вивчення, якщо вони виявляють цікавість до роботи на уроці та добре розуміють мету завдання. Важливими чинниками формування пізнавального інтересу учнів з метою розвитку інженерного мислення на уроках математичної, природничої, технологічної освітніх галузей та інтегрованих курсах є такі форми організації *навчально-пізнавальної діяльності*:

- навчально-дослідницька діяльність учнів;
- проектна діяльність;
- ігрова діяльність;
- домашні експериментальні завдання.

Важливе значення для формування пізнавального інтересу в учнів початкових класів має *ігрова діяльність*. Інтереси дитини молодшого шкільного віку пов'язані з ігровою діяльністю і характеризуються яскраво вираженим емоційним ставленням. Тому досить важливо в процесі формування пізнавального інтересу учнів стимулювати емоції, інтелектуальні почуття [3].

Створити ефективні умови для формування інженерного мислення можливо з використанням ігрових та діяльнісних методів навчання, зокрема користуючись конструктором LEGO.

Учителі Нової української школи, які виростили без LEGO, не одразу оцінили інженерну спроможність цих пластикових цеглин. А зараз, використовуючи впродовж декількох років на своїх уроках можливість конструктора LEGO, не тільки звертають увагу на його яскраве забарвлення, що викликають позитивні емоції учнів, а й на його математичну цінність. Цеглинки LEGO дозволяють перетворювати числа, слова і поняття в реальні моделі, до яких можна доторкнутися, пояснювати різні математичні поняття. Вони є чудовим засобом для конструювання та детальних досліджень.

Під час конструювання учнями різноманітних моделей, з використанням цеглинок LEGO відбувається народження інженерної думки. Не важливо, складною чи простою є конструкція, бо відбувається процес створення чогось нового. Учитель, спостерігаючи за грою молодших школярів, відслідковує як вони, будуючи нові конструкції, моделюють світ, підлаштовуючись під власні бажання й потреби, таким чином змінюючи його, як і робить справжній інженер.

Уперше споруджена вежа чи інша конструкція, що може впасти від необережного руху, – це перший неоціненний досвід в інженерії та розумінні основ побудови просторових споруд. Важливо, щоб учні в процесі конструкторської діяльності приходили до висновку, що у кожній побудові конструкції є причина і наслідок. Прогнозували, що може статися, якщо торкнутися споруди, яка складається з незакріплених між собою цеглинок. Згодом, школярі опанують своїми інженерними навичками балансу і стабільності, які допоможуть їм створювати більш складні конструкції в майбутньому, застосовуючи при цьому експериментальний та креативний підходи.

Використання цеглинок LEGO дає позитивні результати в процесі засвоєння навчального матеріалу, оскільки є наочно-образними моделями тих математичних операцій, які молодші школярі здійснюють в ході освітнього процесу. Застосування LEGO з метою розвитку інженерного мислення учнів початкових класів є доцільним, оскільки цеглинки об'ємні й дитині зручно тримати їх в руках та маніпулювати ними.

Створюючи просторові конструкції, молодші школярі розвивають та удосконалюють вміння планувати свою роботу, діяти згідно з планом та досягати результату, що є важливим *кроком* у формуванні інженерного мислення. LEGO є тим яскравим та функціональним навчальним засобом, який має здатність впливати на органи чуття дитини і поєднувати в собі можливості потужного впливу як на емоційну, так і на логічну сфери, поєднуючи їх між собою, і таким чином вибудовуючи основу інженерних умінь і навичок, які учень має освоїти.

LEGO-конструювання - це вид моделюючої творчо-продуктивної діяльності. Одним із проявів такого конструювання є вміння комбінувати



вже відомі елементи по-новому. Робота з використанням LEGO-елементів стимулює і розвиває творчий потенціал кожного учня, вчить їх як будувати, так і руйнувати, що є не менш важливим. Проте руйнувати не бездумно, а з метою забезпечення можливості у створенні чогось зовсім нового [6].

**Висновок.** Сьогодні освітній процес потрібно будувати так, щоб максимально залучити учнів до процесу пізнання. На основі практичної діяльності із чуттєвого пізнання виникає мислення. Наочно-образне мислення спирається на зорові уявлення та їх трансформацію як засіб розв'язання розумової задачі. На розвиток образного мислення школяра особливо впливає конструкторська діяльність. З образним мисленням тісно пов'язана уява, і зокрема просторова. Обидва ці процеси засновані на образному сприйнятті. А тому, розвиваючи просторову уяву учнів, ми впливаємо на розвиток їх мислення, зокрема й інженерного.

Використання різноманітних конструкторів, природних матеріалів та інших предметів і навчальних засобів допоможе формуванню у молодших школярів здатності створювати нові образи. У результаті набувається досвід комплексної діяльності, яка тісно пов'язана з грою в 1-2 класах та стане фундаментом для формування просторової уяви і розвитку інженерного мислення в подальшому. Тому пропедевтично варто урізноманітнювати навчальні завдання, використовуючи завдання геометричного змісту та практичного спрямування.

Саме розвиток інженерного та технічного мислення, на нашу думку, безпосередньо відбувається під час формування предметних компетентностей в таких освітніх галузях як математична, природнича, інформатична та технологічна. Тобто під час інтегративного підходу до освітнього процесу відбувається оволодіння основами інженерних знань, розвиток культури інженерного мислення.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Актуальные проблемы педагогических исследований : материалы XVI Аспирантских чтений, г. Минск, 23 апреля 2020 г. / Белорус. гос. пед. ун-т им. М. Танка; редкол.: И. А. Царик [и др.] ; Н. В. Самусева (отв. ред.). – Минск : БГПУ, 2020. С. 119-125. URL: <http://surl.li/casza>
2. Бик А.С. Психолого-дидактичні засади формування освітнього середовища: ціннісний контекст / А.С.Бик // Інформаційно-освітній простір: технологічні концепти формування і розвитку: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції – К. – 2013. – С. 35-37.
3. Бузько В.Л. Ігровадіяльність як функціональна складова середовища вивчення фізики в основній школі / В.Л.Бузько // Інформаційно-освітній простір: технологічні концепти формування і розвитку: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції – К. – 2013. – С. 37-39.
4. Жигайло О.О. Особливості застосування STEM-підходу в освітньому процесі початкової школи. Фізико-математична освіта. 2021. Випуск 3(29). С.58-62. URL: <https://fmo-journal.org/index>

[php/fmo/article/view/62/48](https://fmo-journal.org/index.php/fmo/article/view/62/48)

5. Комаров С.В. Проблема инженерного мышления: дис. канд. философских наук: 09.00.01. – Свердловск, 1991.

6. Кошелев О.Л., Грицай С.М. Компетентнісний потенціал LEGO Education у початковій школі / О.Л. Кошелев, С.М. Грицай // «Молодий вчений». - № 9.2 (49.2). - 2017. - С. 5-9.

7. Крутій К., Грицишина Т. STREAM-освіта дошкільнят: виховуємо культуру інженерного мислення. Дошкільне виховання. 2016. № 1. С. 3–7.

8. Патрикєєва О. О., Василяшко І. П., Горбенко С. Л., Лозова О. В., Буркіна Н. С. STEM-освіта 2019-2020. Методичні рекомендації щодо розвитку STEM-освіти в закладах загальної середньої та позашкільної освіти України у 2019/2020 навчальному році. Управління освітою. Київ: Видавництво «Шкільний світ», 2019. № 10 (419). С. 12 - 22.

9. Постанова Кабінету Міністрів України від 21.02.2018 р. № 87 «Про затвердження Державного стандарту початкової освіти». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/87-2018-%D0%BF#Text>

10. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 5 серпня 2020 р. № 960-р «Про схвалення Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти)». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/960-2020-%D1%80#Text>

11. Сліпчишин Л., Стечкєвич О. Особливості впровадження STEAM підходу у вищу освіту / Л. Сліпчишин, О. Стечкєвич // Щомісячний науково-педагогічний журнал «Молодь і ринок». - №2 (200). - 2022. - С. 17-22. – URL: <http://mir.dspu.edu.ua/issue/view/15365/8494>

12. Стеценко І. Б. Особливості дослідів у STREAM-освіті дошкільників і молодших школярів / І. Б. Стеценко // Комп'ютер у школі та сім'ї : наук.-метод. журн. - 2018. - № 2. - С. 9-19. – URL: [https://vlapinsky.at.ua/CSF2018/CSF\\_02.pdf](https://vlapinsky.at.ua/CSF2018/CSF_02.pdf)

13. Терьохіна О.Л. Формування технічного мислення майбутніх бакалаврів машинобудування у процесі фахової підготовки [Електронний ресурс] : монографія / О. Л. Терьохіна. – Електрон. дані. – Запоріжжя : ЗНТУ, 2017. – С. 23-25.

14. Церковная И.А. Возможности STEM-образования в развитии предпосылок инженерного мышления у детей дошкольного возраста. Фізико-математична освіта. 2017. № 2 (12). С. 156-160.

15. Чернецька Т. І. (Мієр Т. І.) Сучасний урок: теорія і практика моделювання : [навч. посібник] / Т. І. Чернецька (Т. І. Мієр). – К.: ТОВ «Праймдрук», 2011. – 352 с.

16. STREAM-проекти в роботі з дошкільниками: [навчально-методичний посібник] / авт.-уклад.: Ганна СКРИПКА, Наталія ГАГАРИНА; за заг. ред. Наталії ТАРАПАКИ. – Кропивницький: КЗ «КОШПО імені Василя Сухомлинського», 2022. – 92 с.

17. STREAM-освіта, або Стежинки у Всесвіт: альтернативна програма формування культури інженерного мислення в дошкільників / автор. колектив; наук. керівник К.Л. Крутій. Запоріжжя: ТОВ ЛІПС ЛТД, 2018. 146 с.