

УДК 371.53

**ОСОБЛИВОСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ STEM-ТЕХНОЛОГІЇ
У ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ МАТЕМАТИКИ У
ЗАКЛАДАХ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ**

Власюк Катерина, Нічишина Вікторія

Науковий керівник: канд. пед. наук, доцент Нічишина В.В.

*Центральноукраїнський державний університет імені Володимира Винниченка,
м. Кропивницький, Україна*

У статті обґрунтовано актуальність впровадження в загальноосвітніх навчальних закладах системи навчання STEM. Основними принципами STEM-освіти є інтеграція можливостей науки, технологій, інженерії, математики з метою формування у молоді навичок наукового дослідження та розробки інновацій в різних сферах діяльності. Висвітлено основні завдання на шляху реалізації цих принципів у навчальному процесі загальноосвітніх навчальних закладів, пріоритетним серед яких є підготовка фахівців нової моделі, які були б здатні створювати складні технологічні, комп'ютерні системи, нанотехнології тощо.

Ключові слова: *STEM-технології, STEM-освіта, засоби STEM-навчання, інтеграція, проектна діяльність.*

**Features of implementation of STEM technology in the process of teaching mathematics
at institutions of general secondary education**

K. Vlasiuk, V. Nichyshyna

Scientific supervisor: Candidate of Pedagogic Science, Docent Nichyshyna V.V.

*The Volodymyr Vynnychenko Central Ukrainian State University,
Kropyvnytsky, Ukraine*

The article substantiates the relevance of implementing the STEM education system in general educational institutions. The main principles of STEM education are the integration of the possibilities of science, technology, engineering, and mathematics in order to form young people's skills in scientific research and development of innovations in various fields of activity. The main tasks on the way to the implementation of these principles in the educational process of general educational institutions are highlighted, the priority among which is the training of specialists of a new model who would be able to create complex technological, computer systems, nanotechnologies, etc.

Keywords: *STEM technologies, STEM education, STEM learning tools, integration, project activity.*

Постановка проблеми. Стрімкий розвиток ІТ-індустрії, робототехніки та нанотехнологій виявляє потребу в досвідчених фахівцях, що, в свою чергу, спричиняє гостру потребу у навчанні сучасних учнів та студентів технічних дисциплін – математики, фізики, інженерії, програмування. Освіта має бути випереджальною, відповідати тенденціям розвитку суспільства в майбутньому. Оновлені цілі та зміст освіти вимагають оновлення методів і форм навчання, пошуку ефективних напрямків і методів, нових педагогічних технологій.

Одним із напрямків інноваційного розвитку природничо-математичної освіти є система навчання STEM, завдяки якій молодь матиме можливість розвивати логічне мислення та технічну грамотність, вчитися розв'язувати складні, комплексні завдання, стати новаторами та винахідниками. STEM-освіта посилить і вирішить найактуальніші проблеми майбутнього.

Поширення STEM-освіти у різних сферах життєдіяльності продиктовано вимогами "нової економіки" – бути конкурентоспроможними на внутрішньому та міжнародному ринках. У недалекому майбутньому професії, які зараз важко уявити, будуть пов'язані з технологіями та високотехнологічними виробництвами на стику з природничими науками. Особливо затребуваними будуть фахівці галузей науки, які належать до STEM-освіти.

Тому одним із головних завдань національної освіти є перехід до STEM-освіти, що сприятиме підвищенню якості підготовки висококваліфікованих спеціалістів, готових до креативної діяльності у нових соціокультурних умовах, здатних приймати оригінальні та адекватні до ситуації рішення, бачити перспективи та планувати стратегії й тактики розвитку ефективної міжособистісної взаємодії.

Впровадження STEM-освіти змінить економіку нашої країни, зробить її більш інноваційною та конкурентоспроможною. Адже за статистичними даними залучення тільки 1% населення до STEM-професій підвищує ВВП країни на \$50 млрд.

Аналіз досліджень і публікацій. Про необхідність поєднання науки в школі та діяльності над її практичною спрямованістю говорять давно,

посилаючись на тести PISA та приклади північноамериканських і європейських країн.

Проблемам STEM-освіти присвячені роботи Хізер Гонсалес, Джеффі Куензі, Девіда Ленгдона, Кіта Ніколса та інших. На думку багатьох дослідників, STEM-освіта наразі є важливим і перспективним напрямом інноваційної освіти в усьому світі, який має на меті підготувати учнів до більш ефективного використання знань при вирішенні професійних завдань (у тому числі шляхом удосконалення навичок високоорганізованого мислення) та розвитку STEM-компетентностей.

Про підвищений інтерес до різних аспектів STEM-освіти свідчать численні публікації вітчизняних науковців. Більшість з них стосуються загальних аспектів впровадження STEM-освіти в Україні, її проблем та перспектив (Василяшко І. П., Морзе Н. В., Шарко В. Д., Галата С., Коршунова О., Патрикеева О.). Українські вчені М. Головань, Ю. Горошко, А. Єршов, Т. Чепрасова та інші науковці досліджують проблеми та перспективи розвитку STEM-освіти, STEM-напрямів, розкривають особливості використання ігрових технологій у STEM, висвітлюють проблеми STEM-підготовки вчителів тощо. Успішна практика впровадження елементів STEM-освіти в школі посилила інтерес науковців, практиків, освітян до реалізації ідеї STEM-освіти на практиці.

У методичних рекомендаціях щодо впровадження STEM-освіти в навчальних закладах України зазначено, що для мотивації учнів до дослідницької діяльності вчителі мають використовувати у своїй роботі напрацювання таких науково-педагогічних працівників як Андрущенко Т. І., Булига С. М., Бревус С. М., Величко В. Ю., Лісовий О. В., Ніколенко Л. Г., Норчевський Р. В., Попова М. А., Приходнюк В. В., Рибалко М.М., Стрижак О.Є., Чернецький І.С. та інші.

Разом з тим практичні питання впровадження STEM-освіти в школі є недостатньо дослідженими.

Мета статті: теоретичне обґрунтування, розкриття особливостей використання та висвітлення практичних питань впровадження елементів

STEM-освіти у навчання математики в загальноосвітній школі; висвітлення основних завдань на шляху впровадження принципів STEM-освіти в навчальний процес.

Виклад основного матеріалу (результатів) дослідження. Світ високих технологій потребує професіоналів, які вміють працювати на стику дисциплін, вирішувати складні завдання, працювати в команді та володіють навичками критичного мислення. Роботи XXI століття вимагатимуть архітекторів віртуальної реальності, наномедицини, робототехніки, інженерів 3D-друку та операторів дронів. Майбутні спеціалісти повинні мати належну освіту в галузі природничих наук, математики, техніки, технологій, інженерії тощо. Вони мають бути досвідченими професіоналами, а значить, сьогодні є гостра потреба у якісній підготовці студентів із технічних дисциплін. Освіта повинна бути в авангарді тенденції і відповідати тенденції майбутнього суспільного розвитку. Країни, які орієнтуються на технічний прогрес, першими усвідомили цю проблему. Як наслідок, з'явився новий тренд у STEM-освіті. Одним із шляхів ефективного розвитку національної системи освіти та досягнення стратегічних цілей є впровадження технологій STEM-освіти.

STEM (S-Science, T-Technology, E-Engineering and M-Mathematics) – наука, технології, інженерія, математика. Під цим терміном традиційно розуміють підхід до навчального процесу, згідно з яким основою здобуття знань є проста й доступна візуалізація наукових явищ, що дозволяє легко сприймати та оволодівати знаннями на основі практики та глибоких процесів розуміння. Абревіатура STEM була запропонована у 2001 році для позначення революційного тренду в освітніх та професійних сферах вченими з Національного наукового фонду США (незалежна агенція при уряді США, яка забезпечує фундаментальні дослідження та освіту в усіх галузях науки окрім медицини). STEM-освіта не лише привертає увагу до природничо-наукової складової навчання та інноваційних технологій, а й активно розвиває творчу складову особистості та критичне мислення. Підхід STEM є важливою частиною задоволення зростаючих потреб суспільства майже в усіх сферах. Такий підхід

використовується, наприклад, у медицині, агропромисловому комплексі, енергетиці, робототехніці, ІТ, транспорті, промисловому та цивільному будівництві тощо. STEM-освіта активно розвивається в країнах Європейського Союзу, Австралії, Китаї, Великобританії, Ізраїлі, Кореї, Сінгапурі, Тайвані та Сполучених Штатах Америки. Крім того, 6 липня 2009 року Конгрес США прийняв спеціальний акт «Про координацію діяльності в галузі STEM-освіти» (STEM Education Coordination Act of 2009). В Україні також розвивається STEM-освіта, що є актуальним для розробки нових програм і методик навчання для вищих і загальноосвітніх навчальних закладів [8, с. 47].

Особлива увага зараз приділяється проблемі формування в учнів та студентів самостійності, уміння отримувати, аналізувати інформацію та приймати оптимальні рішення, використовувати нові інформаційні технології в практичній діяльності. Адже з кожним роком майже в кожній науковій галузі збільшується обсяг інформації, і, за прогнозами вчених, зростання відбуватиметься геометрично. Це означає, що людина не в змозі мати повний обсяг знань з тієї чи іншої теми. На першому місці стоїть не набуття великої кількості знань, а вміння знаходити потрібну інформацію і практично її використовувати. Концепція модернізації освіти, яка ґрунтується на «Державному стандарті базової і повної загальної середньої освіти» зорієнтована на реалізацію компетентнісного підходу в освіті, на формування ключових (базових, універсальних) компетентностей, про освіту і про освіту, про освіту і про освіту, тобто готовність учнів використовувати набуті знання, навчальні вміння та навички, а також засоби діяльності в житті для виконання практичних і теоретичних завдань [10, с. 23].

У статті 12 Закону України «Про освіту» зазначено, що «Метою повної загальної середньої освіти є всебічний розвиток, виховання і соціалізація особистості, яка здатна до життя в суспільстві та цивілізованій взаємодії з природою, має бажання для самовдосконалення та навчання впродовж життя, готовий до свідомого життєвого вибору та самореалізації, відповідальності, праці та громадянської активності. Досягнення цієї мети забезпечується

формуванням ключових компетентностей, необхідних кожній сучасній людині для успішного життя» [5, с. 7].

США є найактивнішим промоутером STEM-підходу в освіті. STEM впроваджується на державному рівні. Даний підхід впроваджено у багатьох провідних американських університетах (Університет штату Орегон - 169 STEM-спеціальностей, Університет Джорджа Мейсона - 82, Університет Колорадо - 50, Університет Сент-Луїса - 47). Також, у провідних навчальних закладах, які впроваджують STEM-освіту, поряд з вивченням STEM-дисциплін, особлива увага приділяється питанням збереження та захисту навколишнього середовища. Коледж Святого Олафа (штат Міннесота) зобов'язує кожного студента вивчати мінімум дві STEM-дисципліни.

До програми STEM в освіті долучилися керівники провідних компаній у сфері ІТ-технологій та телекомунікацій. Серед меценатів – топ-менеджери всесвітньо відомих компаній, таких як Intel, Xerox, Time Warner та інші. У проєкті взяли участь фонд Білла та Мелінди Гейтс, нью-йоркський фонд, заснований Корпорацією Карнегі та інші. Як результат, було створено некомерційну організацію Change the Equation, яка просуває освіту в STEM-галузях.

Безліч країн після США взяли на себе ініціативу розвитку STEM-освіти. Навчальні заклади Франції, Великої Британії, Австралії, Ізраїлю, Китаю, Сінгапуру пропонують сертифіковані державою програми науково-технічної освіти та готують STEM-фахівців. Саме завдяки використанню STEM-технологій здобули світову славу такі відомі люди як Білл Гейтс, Ілон Макс, Стівен Хокінг, Тім Бернерс-Лі, Корнелія Баргманн, Пітер Хіггс, Юрій Ізотов, Джеймс Дьюї Уотсон, Марк Цукерберг та Мічіо Кайку [10, с. 2].

Дослідження показали, що залучення одного відсотка населення до STEM-професій дає 50 мільярдів доларів США приросту ВВП. В'єтнам, Гон-конг, Катар, Канада, Україна та інші країни також розвиваються у напрямку STEM.

Україна робить тільки перші кроки з впровадження STEM . У школі здійснюється формування навичок дослідницької діяльності відповідно до віку дітей, їх психічного і ментального розвитку; закладаються основи обізнаності зі STEM-галузями і професіями; відбувається заохочення учнів до подальшого опанування курсів, пов'язаних зі STEM. У середній школі вводяться міжпредметні програми навчання, збільшується обізнаність учнів зі STEM-предметів і професій, а також академічних вимог у STEM галузях. У старшій школі забезпечується складна програма навчання з акцентом на застосуванні STEM-дисциплін, пропонуються курси і шляхи для підготовки у STEM-галузях і професіях, а також учнівську молодь готують до успішної зайнятості та освіти за межами школи. В тому числі, на кожному етапі навчання ця система розвиває здібності учнів до дослідницької, аналітичної роботи, експериментування, критичного мислення [9, с. 2].

Вважається, що запровадження в Україні STEM- навчання сприятиме:

- переходу до освітнього процесу, який передбачає розвиток особистості, спрямований на конструктивне входження до сучасних суспільно модернізованих систем психолого-педагогічної, методичної, практичної підготовки майбутніх учителів природничо-математичних дисциплін та підвищення кваліфікації педагогічних кадрів;
- підготовці вчителів природничо-математичних дисциплін до впровадження нових підходів до навчання та сучасних ІКТ;
- видавництво методичної, науково-популярної, довідкової літератури та створенню інформаційно-методичних комплексів з природничо-математичних предметів (електронні підручники та посібники, віртуальні лабораторії, електронні бази даних, освітні портали тощо), а також контроль по забезпеченню умов їх використання у школі;
- налагодженню виробництва навчального обладнання і дидактичних засобів навчання [10, с. 4].

Для впровадження сучасних підходів в галузі освіти в Україні було створено Інститут модернізації змісту освіти (ІМЗО).

Дану ініціативу підтримали провідні компанії, що працюють на території України: Ericsson, Intel, Melexis, OSTCHEM, Syngenta, НАЕК «Енергоатом». В результаті була створена Коаліція STEM-освіти в Україні та громадська організація «Центр «Розвиток соціальної корпоративної відповідальності», яка об'єднує 38 компаній. Коаліція STEM-освіти – це платформа для об'єднання компаній, навчальних закладів, асоціацій, експертних організацій, муніципалітетів та ЗМІ для підвищення якості STEM- освіти в Україні.

Завдання Коаліції STEM-освіти:

- розробка рекомендацій МОН України щодо викладання STEM-дисциплін;
- реалізація програм викладання STEM - дисциплін з впровадженням інноваційних методів навчання в загальноосвітніх навчальних закладах;
- створення можливостей для експериментальної та дослідницької роботи у навчальних закладах на новітньому обладнанні;
- проведення науково-технічних конкурсів, олімпіад, квестів, хакатонів, проектної діяльності для самореалізації учнівської та студентської молоді;
- створення інформаційних ресурсів (сайти, соціальні мережі) для популяризації STEM-освіти;
- професійна орієнтація учнів у напрямі STEM;
- налагодження міжнародної співпраці.

В межах одного із завдань в 5 містах України був реалізований проект «STEM: професії майбутнього». У 2015 році він охоплював 20 шкіл міста Києва, тепер у ньому можуть брати участь заклади Одеси, Львова, Харкова, Дніпра і Вінниці.

Система існує на рівні законодавства України. Впровадження STEM-освіти здійснюється відповідно до освітніх законів України та наказів МОН України.

Результати вступних кампаній 2015 – 2021 років засвідчили, що в Україні природничо-математична освіта набуває актуальності серед абітурієнтів. Тому розвиток цього напрямку освіти є важливим та актуальним для України. Не

дивлячись на стрімкий розвиток даної методики освіти, можуть пройти десятки років, поки вона буде поширена в українських навчальних закладах [10, с. 4].

Основна мета STEM – освіти – це формування та розвиток у молоді психологічних пізнавальних і творчих якостей, рівень яких визначає конкурентоспроможність на ринку праці, удосконалення науково-дослідної та інженерної освіти в навчальних закладах. STEM-освіта – це творчий простір світогляду дитини, де вона не тільки готується до дорослого життя, а й повністю реалізує свої потреби. Тому вся діяльність щодо впровадження STEM-освіти побудована так, щоб сприяти становленню особистості [7, с. 46].

Важливою умовою, яку висуває сучасне суспільство до школи є конкурентоспроможність випускника, набуття ним таких якостей як самостійно, критично і творчо мислити; вміло працювати з інформацією (вміти збирати певні факти, аналізувати їх, робити грунтовні об'єктивні висновки; вирішувати певні завдання), адже сьогодні – це один із найважливіших критеріїв успішної людини. Саме тому важливо формувати в учнів основні компетентності з кожного предмету, адже вони спрямовані на формування саме практичних навичок.

STEM-освіта в Україні набуває популярності головним чином в неформальній освіті, яка набагато легше сприймає оновлення, на відміну від формальної, більш адаптована до індивідуального розвитку здібностей дітей, має більше можливостей для забезпечення їх самореалізації в самостійно обраному напрямі діяльності.

Разом з цим дедалі більше закладів освіти реалізують ініціативи STEM, які потребують залучення фахівців, мережевої співпраці, засобів навчання, організаційних форм, які напрацьовані в умовах неформальної освіти та певною мірою мають підтримку на державному рівні [4, с. 3].

STEM-вектор стимулює інтеграційні процеси формальної та неформальної освіти, які мають посилити можливості освіти загалом, сприяти цілісності та завершеності процесу навчання в закладах освіти. Така інтеграція може забезпечити формування якісно нової індивідуалізованої освітньої системи, яка поєднає найбільш затребувані властивості формальної та неформальної освіти.

Освітня складова інтегрованого процесу як нової системи може реалізовуватися за взаємодії закладу середньої освіти з закладом професійної освіти, науковцями або роботодавцями, асоціаціями професіоналів, які потребують мотивованих і підготовлених майбутніх фахівців своєї галузі. Цілісний освітній процес як у змісті, так і у формах освітньої діяльності має бути орієнтованим не лише на цілі, які задані «зовні», а й на реальні цілі та потреби кожного здобувача освіти. У ролі того, хто навчає, може бути не лише педагог, а також фахівець-практик, самі учні, які є носіями необхідної інформації. Знання може бути відкрито й за допомогою інших способів, які задовольняють цілі споживача. Прикладом інтеграції не може бути просте включення в програму формального навчання заходів, які можуть сприйматися як неформальні (навчальні ігри, проекти, конкурси, кейси, квести тощо), якщо вони не враховують суб'єктну цілеспрямованість у ролі ключового компонента організаційних форм освітньої діяльності. Тобто не можна говорити про інтеграцію формальної та неформальної освіти, якщо не встановлені цілі тих, хто навчається, а просто акцентовано на різноманітті форм [3, с. 125].

Отже, ключовим принципом справжньої інтеграції мають бути цілі споживача, які відкривають нові можливості та нові характеристики цілісної індивідуалізованої освітньої системи, де серед іншого реалізується освітній напрям STEM. Означені напрацювання можуть бути повною мірою використані для упровадження STEM-освіти в умовах інтеграції формальної та неформальної освіти. В порівнянні з традиційною освітою, при впровадженні в освітній процес STEM-навчання змінюється звична для нас форма викладання, коли урок побудований навколо вчителя. За STEM-методикою в центрі знаходиться практичне завдання чи проблема. Учні вчать знаходити шляхи вирішення не в теорії, а прямо зараз шляхом спроб та помилок [11, с. 31].

STEM-освіту часто називають «навчанням навпаки», «перевернутою освітою». І все тому, що шлях «від теорії до практики» у STEM зазвичай зворотний: спочатку практика (придумування та конструювання пристроїв і механізмів тощо), а вже потім, у процесі цієї діяльності, – опанування теорії і

нових знань. « Перевернуте навчання» передбачає зміну ролі вчителів, які здають свої передові позиції на користь більш тісної співпраці та спільного внеску в навчальний процес. Доцільно відмітити такі переваги STEM-освіти: по-перше, за STEM-методикою, в центрі уваги зосереджене практичне завдання чи проблема [1, с. 252]. Учні вчать знаходити шляхи вирішення не в теорії, а прямо зараз шляхом спроб і помилок; по-друге, STEM-освіта – це творчий простір світогляду дитини, де вона не тільки реалізує свої потреби, а й готується до дорослого життя у соціумі, роблячи свідомий вибір майбутньої професійної діяльності; по-третє, на відміну від класичної, в нашому розумінні, освіти, за STEM, дитина отримує набагато більше автономності. На процес навчання набагато менше впливають стосунки, що склалися між учнем та вчителем, що дає можливість більш об'єктивно оцінювати прогрес. За рахунок такої автономності, дитина вчиться бути самостійною, приймати власні рішення та брати за них відповідальність; по-четверте, уроки за STEM-технологією дозволяють не тільки вивчати теоретичний матеріал. Але і закріплювати знання за допомогою можливостей практичного застосування різноманітних завдань, які можуть бути настільки цікаві, що їх складність не викликатиме несприйняття в учнів [2, с. 4].

Саме розв'язання проблем і завдань, з якими учні можуть стикатися у своєму побуті, є запорукою того, що випускник школи буде пристосований до життя, підвищиться його мотивація до навчання, оскільки він усвідомлюватиме практичну значущість. До того ж, таке навчання сприяє профорієнтації учнів, скеровує їх на здобуття потрібних нашій державі професій, які, на даний момент, не є такими популярними серед дітей [8, с. 2].

Висновки та перспективи подальших пошуків у напрямі дослідження. Впровадження принципів STEM-освіти в навчальний простір сприятиме створенню принципово нової моделі навчання з новими можливостями для вчителів та учнів. Використовуючи міждисциплінарний підхід, інтеграцію шкільних предметів, практичну спрямованість, дослідницько-проектну діяльність під час проведення занять, орієнтуючись у своїй діяльності на

концепції STEM, можна побудувати сучасне, економічно стабільне, з високим рівнем технологізації, розумне та щасливе суспільство.

Список літератури:

1. Безперстова Л. С. Дослідницька діяльність./Л.С. Безперстова// Фізика в школах України.-2014-№7-8(251-252)- вкладка «Фаховий сервер » №28.
2. Бондаренко С. Ю. Формування в учнів ключових компетенцій у процесі науково-дослідної та проектної діяльності ./С.Ю. Бондаренко//Педагогічна майстерня.-2012-№9(21)-с.2-7.
3. Вольянська С.Є. STEM-освіта/С.Є.Вольянська//Довідник сучасного педагога.-Х.: Вид.група «Основа», 2016-с.124-125.
4. Губанова О. Формуємо пошуково-дослідницькі компетенції учнів./О. Губанова//Математика.-2005-№35(335)-с.1-4.
5. Державний стандарт базової і повної загальної середньої освіти: від теорії до практики(у запитаннях та відповідях)./Уклад. І. С. Маркова, В. І. Садкіна.//Математика в школах України .- 2016-№27(507)-с.4-7
6. Желтуха Т.В. Застосування проблемно-пошукової технології для формування критичного мислення на уроках математики./Т.В. Желтуха//Математика в школах України.-2014-№34-36-с.28-35.
7. Коваленко О. STEM- освіта: досвід упровадження в країнах ЄС та США /О.Коваленко, О.Сапрунова.//Рідна школа.-2016-№4-с.46-49.
8. Корнієнко О.Р. Про актуальність запровадження STEM-навчання в Україні.[Електронний ресурс]. /О.Р.Корнієнко-Режим доступу: [//http://elenakornienko.blogspot.com/2016/02/stem.html](http://elenakornienko.blogspot.com/2016/02/stem.html)
9. Методичні рекомендації щодо впровадження STEM-освіти у загальноосвітніх та позашкільних навчальних закладах України на 2017-2018 навчальний рік.(Лист ІЗМО № 21. 1/10-1470 від 13.07.17 року).
10. Проект Концепції STEM – освіти в Україні[Електронний ресурс].mk-kor.at.ua/STEM/ STEM_2017.pdf

11. Пупенко О.М. Формування цілісного світогляду учнів засобами інтеграції навчальних дисциплін./О.М. Пупенко//Математика в школах України .-2012-№22-24-с.29-33.