



STEM-освіта: досвід упровадження в країнах ЄС та США



Оксана КОВАЛЕНКО,

доктор педагогічних наук, професор, завідувач кафедри практики англійського усного і писемного мовлення, завідувач Центру міжнародного співробітництва і міжнародної освіти Харківського національного педагогічного університету імені Г.С. Сковороди,

Олена САПРУНОВА,

аспірант кафедри теорії і методики професійної освіти Харківського національного педагогічного університету імені Г.С. Сковороди

Інноваційні процеси, що відбуваються в усіх сферах життєдіяльності суспільства, зумовлюють необхідність переосмислення основних пріоритетів шкільної освіти, визначення актуальних для сьогодення аксіологічних векторів її подальшого розвитку. До цих інноваційних процесів належить STEM-освіта як ключова тема освітньої політики розвинених країн ЄС і США. Вона розглядається в контексті ідей освітньої реформи у цих країнах та прагнення поліпшити конкурентоспроможність економіки. Її упровадження пов'язане з процесом переходу до нової моделі освіти в галузі науки і технології.

Абревіатура «STEM» складається із чотирьох слів: science (наука), technology (технологія), engineering (інженіринг) і mathematics (математика).

Як засвідчує аналіз сучасної наукової літератури, різні аспекти STEM-освіти перебувають у центрі уваги таких вітчизняних і зарубіжних науковців, як: А.Фролов, О.Бочкова, А.Волков, С.Горинський, Д.Ліванов, В.Рохлов, С.Сосновський, П.Ситніков, А.Федоренко, P.Drucker, M.John, R.Florida, G.Harpham, C.Kerr, A.Nicolas, J.Schwab, J.Tarnoff.

Високо оцінюючи проведені дослідження в галузі STEM-освіти, важливо наголосити на необхідності продовження наукового пошуку в обраному напрямі. Це пов'язано насамперед із тим, що інтенсивні зміни в соціумі вимагають своєчасної модернізації в освіті відповідно до тих вимог, що ставляться перед школою на кожному конкретному історичному етапі її розвитку, а також пошуку адекватних способів упровадження нової моделі STEM-освіти.

Особливої актуальності окреслене завдання набуває в контексті організації шкільної освіти для здібних та обдарованих учнів, які в майбутньому можуть зробити вагомий внесок у розвиток економіки, науки і культури країни та людства в цілому, досягти високих звершень у професійній діяльності й особистісній самореалізації. Однак успішність вирішення цього завдання значною мірою залежить від того, чи вдасться педагогічному колективу загальноосвітнього навчального закладу виявити і розвинути природні задатки кожного учня, допомогти йому сформуватися як самоактуалізованій, творчій, ініціативній особистості та гідному громадянину України. З огляду на те, що STEM-освіта має стати одним із пріоритетних напрямів розвитку освіти України, варто дослідити досвід упровадження STEM-освіти в країнах ЄС та США, що є **метою** нашої статті.

Останніми роками в США та інших країнах – лідрах технологічного розвитку – потреба у новій моделі освіти зумовлена тим, що в багатьох країнах спостерігається брак кваліфікованих кадрів для STEM-галузей і водночас зменшення кількості тих, хто обирає STEM як свою кар'єру. Намагаючись розібратися у причинах зниження інтересу до вивчення предметів із області STEM і знайти способи вирішення проблеми, Міністерство підприємництва, інновацій та ремесел Великої Британії організувало проведення дослідження [1]. Науковці проаналізували ставлення молодих людей до вивчення природничих наук, математики і технології у школі та до майбутньої кар'єри в галузі STEM. Якщо спробувати описати результати стисло, то це буде звучати так: «STEM – не для мене, це занадто важко», «Це

немодно», «STEM-освіта не пов'язана з реальним життям».

Основу цих суджень становить, зазвичай, не-обізнаність, страх перед прийняттям рішення щодо кар'єри та стереотипи (зокрема і гендерні). Дослідження також показало, що спрямоване на оцінювання та іспити навчання у сучасній школі позбавляє учнів інтересу до STEM-предметів, знижує їх упевненість у власних силах.

Нині не йдеться про якийсь загальноприйнятий підхід до STEM-освіти навіть у загальному розумінні того, що вона охоплює. Передусім варто акцентувати на різноманітності організаційних та освітніх ініціатив, спрямованих на розв'язання проблеми залучення школярів до професій, пов'язаних із природничими науками, технологією, інжинірингом та математикою.

Науковці зі світовим ім'ям [2] зазначають, що STEM-освіту вбачають у розробках програм по-різному. Важливо те, що за будь-якої моделі інтеграції STEM важливий саме системний підхід вивчення дисциплін. На міждисциплінарних зв'язках і прикладному характері STEM-освіти наголошується у Всесвітній доповіді ЮНЕСКО: «STEM – це навчальна програма, що ґрунтується на ідеї освіти дітей у чотирьох дисциплінах (наука, технологія, інжиніринг та математика) як прикладних, так і пов'язаних між собою» [1].

STEM відрізняється від традиційного вивчення природничих наук і математики інтегрованим середовищем навчання. Цей підхід засвідчує те, як наукові методи можуть використовуватися в щоденному житті. Вивчення різних прикладів реалізації STEM та їх особливостей в американських школах дозволяють запропонувати деякі підходи до реалізації STEM-освіти. Традиційне вивчення окремих дисциплін із галузі STEM залишається перевірним інструментом для навчання загальних засад природничих наук і математики. Проте в рамках викладання окремих STEM-предметів необхідно приділяти більше уваги міждисциплінарним зв'язкам. Основним інструментом тут є «впровадження» або «інфузія». Цей прийом часто використовується для підвищення мотивації вивчення математики, що багатьма школярами сприймається як предмет, абсолютно не пов'язаний із реальним життям, а тому їй не потрібний. Класичним прикладом є використання математичних функцій і графіків під час вивчення механіки.

Наступним кроком інтеграції STEM-предметів можуть стати інтегровані уроки (і навіть предмети та курси). Міжпредметні навчальні проекти давно вже стали звичними в американських та британських школах. Як зазначають зарубіжні дослідники, використання міжпредметних проектів дозволяє кожен предмет вивчати не автономно, а як одну з основних ланок, необхідних учневі для цілісного сприйняття навколишнього світу і визначення місця в ньому самої людини. Синтез знань матеріалу з різних навчальних предметів дає змогу готувати

учнів до нового сприйняття світу, основу якого становить еволюційно-синергетична концепція природничої освіти [3–4; 10].

Перспективним напрямом міжпредметних навчальних проектів є робототехніка. Зокрема, цікавим представляється досвід вивчення і розроблення автономних транспортних засобів, таких як робоавтомобілі. Перевагами цього напрямку є:

- широкий спектр технологій, що використовуються в робоавтомобілях і, відповідно, предметів із галузі STEM, досліджуваних і використовуваних школярами під час виконання проектів;

- актуальність і привабливість для молоді цієї теми;

- можливість виконання проектів і використання обладнання на різних рівнях: від ознайомлювального на уроках технології, до поглибленого, що охоплює проектування, виготовлення, програмування, наладку і випробування на додаткових заняттях і в системі додаткової освіти.

Міжпредметні проекти та інтегровані уроки можуть виконуватися, зокрема, і на базі шкільних STEM-центрів. Додаткова освіта дітей забезпечує їх адаптацію до життя в суспільстві, професійну орієнтацію, а також виявлення та підтримку учнів, які продемонстрували здібності, є незамінним елементом комплексної системи STEM-освіти. У силу об'єктивних причин, сучасна школа не може надати таких широких, різноманітних можливостей для мотивації молоді та школярів до вивчення STEM-предметів і вибору кар'єри STEM. Отже, STEM-освіта поєднує в собі міждисциплінарний і проектний підходи, основою чого є інтеграція природничих наук у технології, технічна творчість і математика, а також створення такого навчального плану, в якому скасовується викладання означених дисциплін як самостійних і абстрактних.

Передумовою обґрунтування нової моделі викладання природничо-наукових дисциплін стало те, що 2009 рік оголошено Адміністрацією Президента США Роком Освіти для інновацій (Educate to Innovate). Мета цієї кампанії – не лише простимулювати інтерес студентів до STEM-дисциплін, а й надихнути їх на створення значущих наукових і навколонукових робіт. Для досягнення поставлених результатів було прийнято рішення провести масштабну кампанію з підвищення кваліфікації вчителів, щоб у майбутньому не тільки збільшилася кількість студентів, які займаються вивченням наук, техніки і математики, а й якість створених ними проектів могла претендувати на вищі позиції на світовій науково-технічній арені.

Зазначимо: кампанія зі створення STEM-освіти не завершилася у 2009 році. На сьогодні Уряд США продовжує вдосконалювати заплановану програму. Зокрема, в 2014 році з бюджету країни на розвиток і підтримку проекту виділено 3,1 мільярда доларів США, що на 6,7% більше порівняно з 2012 роком.

Структура навчального плану STEM-навчання передбачає впровадження вже відомих предметів

в освітній процес не тільки в старшій і середній школі, а й у початковій.

Завданням STEM-навчання в молодшій школі є створення умов для розвитку інтересу в учнів до природничо-наукових і технічних дисциплін. У середній школі STEM-предмети набувають складнішої і визначенішої форми. Особливістю старшої школи є те, що на цьому етапі навчання в навчальному плані концентрується увага на практичному застосуванні актуальних знань. Учні мають змогу брати участь у STEM-проектах, які реалізуються за межами загальноосвітніх шкіл. Подібні проекти, зазвичай, є ґрунтовною підготовчою базою для отримання постсередньої освіти. Найактивнішими американськими корпораціями, що сприяють розвитку STEM-навчання, сьогодні вважають *Rossier School of Education*, *Northeastern University* та *Intel*.

Нині STEM-навчання стає все популярнішим, і на це є свої причини. Зокрема, в інженерній і природничій освіті спостерігається найбільший відсоток передчасного припинення навчання (особливо серед студентів I–II курсів). В американських ВНЗ близько 40% студентів інженерних напрямів змінюють спеціальність на нетехнічні, впродовж навчання, або не закінчують навчання взагалі [5]. В Європі ситуація не є кращою. Наприклад, у Німеччині кількість студентів, які припиняють здобувати вищу освіту за більшістю інженерних напрямів, зросла за останні 15 років у середньому на 10% і нині складає 25–35% від загальної чисельності, а за спеціальностями з посиленими вимогами до математичної підготовки – до 40% [6]. Схожі тенденції спостерігаються і в інших країнах ЄС (Нідерланди, Іспанія, Великобританія).

Значущим чинником, що зумовлює таку практику, є те, що традиційна структура інженерної освіти довгий час не дозволяє студентам відчути себе інженерами. Початкові курси у STEM-спеціальностях присвячені загальним формальним предметам, таким, як математика і фізика. Тільки через 2–3 роки розпочинається вивчення безпосередньо «інженерної» складової STEM-освіти.

Означені проблеми набувають особливої актуальності, коли розглядаються в контексті математичної складової STEM-освіти. Математика є ключовим предметом для всіх без винятку інженерних, технічних та природничо-наукових спеціальностей, є базою для інших, більш вузьких технічних предметів. На початкових курсах, коли проблеми в навчанні найбільш критичні, саме математична підготовка – основний визначальний чинник успішності студента.

Вимоги, що пред'являються до учнів у школі і ВНЗ, значно різняться. Така ситуація ускладнюється і помітною різницею в якості математичної підготовки між школами. Крім того, самі студенти часто недооцінюють обсяг математичних знань, необхідних для проходження навчання за інженерними і природничо-науковими спеціальностями.

З організаційного погляду, нестача студентів на STEM-напрямах пов'язана з затребуваністю на

ринку значної кількості інженерів, що змушує університети послаблювати вхідні стандарти з математики. Така практика знижує рівень знань абітурієнтів і накладає додаткові зобов'язання на самі ВНЗ, що не може не позначитися на якості майбутніх фахівців [7; 9]. Означені чинники актуалізують проблему впровадження STEM-освіти в США та країнах Євросоюзу в навчальний процес середньої школи.

Зазначимо: такі країни, як Великобританія та інші держави-члени ЄС, перейшли на навчання дітей програмування в рамках STEM-освіти вже у початковій школі. У Великобританії Міністерство освіти у вересні 2014 року ввело освітню робототехніку до навчального плану для дітей шестирічного віку. Міністерство проводить роботу з навчання вчителів, на що Британською комп'ютерною спільнотою виділено 3,1 млн фунтів стерлінгів.

Вивчення у педагогічному університеті освітньої робототехніки передбачає конструювання і програмування роботів, створених на основі конструкторів ЛЕГО лінійки «Education»: *Duplo*, *WeDo*, *E – lab*, *Mindstorms* (серії *RCX*, *NXT*, *EV3*), а також використання окремих модулів для навчання прийомам спостереження, технічного обґрунтування, прогнозування і оцінювання результатів під час виконання проекту. Використання у навчанні наведеного інструментарію дає змогу формувати навички технічної творчості, мотивувати школярів на вивчення точних наук та сприяти їх ранній професійній орієнтації.

Нині наявні два підходи до навчання школярів робототехніці: робоспорт та STEM-робототехніка. Вони відрізняються один від одного, образно кажучи, як відрізняються спорт високих досягнень (олімпіадний рух) і фізична культура, тобто мають різні цілі та методики навчання [8; 11].

Проведений аналіз засвідчив, що під впливом розвитку інформаційно-комунікаційних технологій суттєво змінюються освітні підходи та педагогічні технології. Окремим завданням для системи вищої освіти є підготовка сучасних викладачів, які не лише володіють цифровими технологіями, а й обізнані із сучасними педагогічними підходами, усвідомлюють їх потенціал, можуть створити у навчально-виховному процесі ситуації доцільного використання певної технології, що сприяє ефективному формуванню STEM-освіти.

Отже, завдання STEM-освіти в молодшій школі – створення умов для розвитку інтересу в учнів до природничих і технічних дисциплін. Заняття STEM – розвивальні й динамічні, що не дає дітям нудьгувати. Вони не помічають, як плине час занять, а також зовсім не втомлюються. Будуючи ракети, машини, мости, хмарочоси, створюючи свої електронні ігри, фабрики, логістичні мережі і підводні човни, вони виявляють посилений інтерес до науки і техніки.

STEM-навчання складається з шести етапів: запитання (задача), обговорення, дизайн, будова, тестування і розвиток. Ці етапи і є основою систематичного проектного підходу. Водночас співіснування

або поєднання різних можливостей є основою креативності та інновацій. Отже, одночасне вивчення та опанування науки і технології може створити безліч нових інноваційних проектів; малювання та архітектура є чудовим прикладом співіснування.

STEM-програми також використовуються у підготовці дітей до технологічно розвинутого світу. За останні 60 років технології набули активного впровадження, зважаючи на відкриття Інтернету (1960), GPS технологій (1978), ДНК-сканування (1984) та, звичайно, iPod (2001). Сьогодні активно використовується iPhone та інші смартфони. Без технологій складно уявити наш світ, що засвідчує: технологічний розвиток буде продовжуватися і STEM-навички є основою цього розвитку.

STEM-програми для школярів 7–14 років розраховано також на посилення їх інтересу до своїх регулярних занять. Наприклад, на уроках фізики вивчають силу тяжіння Землі, пояснюють формулами на дошці, а в STEM-гуртках школярі, запускаючи парашути, ракети або аероплани можуть зміцнити свої знання. Школярам не завжди легко вдається зрозуміти терміни, які вони не бачать або не чують, наприклад, тиск або розширення обсягу через підвищення температури. У заняттях STEM, здійснюючи експерименти, вони легко можуть зрозуміти ці терміни. Саме тому в США середні школи активно співпрацюють зі STEM-центрами.

Отже, зазначимо: досвід упровадження STEM-освіти в США та країнах ЄС засвідчив, що організація навчання здібних і обдарованих учнів у цьому напрямі має стати пріоритетним орієнтиром розвитку освіти України. Адже лише за її допомогою можна забезпечити формування в учнів суспільно значущих особистісних цінностей, що визначають загальну спрямованість життєдіяльності людини та сприяють її повноцінній самореалізації.

Література

1. *К обществам* знания. Всемирный доклад ЮНЕСКО – Париж: Изд-во ЮНЕСКО, 2005. – 231 с. [Електрон. ресурс]. – Режим доступа: <http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001418/141843r.pdf>
2. *Фролов А.В.* Реформа инновационной системы США: от STEM к STEAM-образованию / А.В. Фролов // *Alma Mater* (Вестн. высш. шк.). – 2013. – №1. – С. 101–105.
3. *Florida R.* The Rise of the Creative Class: And How It's Transforming Work, Leisure, Community and Everyday Life / Richard Florida. – New York: Basic Books, 2002. – 404 p.
4. *Greater Expectations: A New Vision for Learning as a Nation Goes to College: AAC&U's 2002 Report* [Electronic resource]. – Washington, D. C., 2002. – 58 p. – Mode of access: <http://www.greaterexpectations.org/pdf/GEX.FINAL.pdf>
5. *Harpham G.G.* The Human and the Humanities / G.G. Harpham // *Wake County Physician Magazine*. – 2008. – Vol. 14. – №4. – P. 26–35.
6. *Kerr C.* The Uses of the University: The Godkin Lectures on the Essentials of Free Government and the Duties of the Citizen Book / Clark Kerr. – Harvard University Press, 2001. – 288 p.

7. *Nicolas A.T.* de. Habits of Mind: Introduction to the Philosophy of Education / A.T. de Nicolas. – New York: iUniverse, 2000. – 582 p.
8. *Race to the Top Program.* Executive Summary of U.S. Department of Education [Electronic resource]. – Mode of access: <http://www2.ed.gov/programs/racetothetop/executive-summary.pdf>
9. *Schwab J.J.* The Practical 4: Something for Curriculum Professors to Do / Joseph J. Schwab // *Curriculum Inquiry*. – 1983. – Vol. 13. – №3. – P. 239–265.
10. *STEAM – Not STEM Whitepaper* [Electronic resource]. – Mode of access: <http://steam-notstem.com/articles/whitepaper/>
11. *Tarnoff J.* STEM to STEAM. Recognizing the Value of Creative Skills in the Competitive [Electronic resource] / John Tarnoff. – Mode of access: http://www.huffingtonpost.com/johntarnoff/stem-to-steam-recognizing_b_756519.html



Анотації

Оксана КОВАЛЕНКО, Олена САПРУНОВА **STEM-освіта: досвід упровадження в країнах ЄС та США**

У статті розглянуто сутність STEM-освіти та перспективи її розвитку в країнах ЄС та США як нового напрямку в науці, пов'язаного з упровадженням перспективних інноваційних освітніх технологій і методів. На основі проведеного дослідження обґрунтовано переваги та шляхи впровадження STEM-освіти, починаючи з початкової школи.

Ключові слова: освітня реформа, технологічний розвиток, STEM-освіта.

Оксана КОВАЛЕНКО, Елена САПРУНОВА **STEM-образование: опыт внедрения в странах ЕС и США**

В статье рассмотрена сущность STEM-образования и перспективы его развития в странах ЕС и США как нового направления в науке, связанного с внедрением перспективных инновационных образовательных технологий и методов. На основе проведенного исследования обоснованы преимущества и пути внедрения STEM-образования, начиная с начальной школы.

Ключевые слова: образовательная реформа, технологическое развитие, STEM-образование.

Oksana KOVALENKO, Olena SAPRUNOVA **STEM-education: experience of implementation in the EU and the United States**

The article presents the state of and prospects for the implementation of STEM-education in the EU and the United States – a new direction in a science related to the introduction of advanced technologies and innovative educational methods. On the basis of the study, were identified advantages and advice on implementing STEM-education beginning with elementary school were identified.

Keywords: educational reform, technological development, STEM-education.