

ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ Й ПРАКТИКО-ОРІЄНТОВАНІ ЗАСАДИ ВПРОВАДЖЕННЯ STEM-ОСВІТИ В УКРАЇНІ

УДК 37.01-37.02

Бирка М. Ф.

БАР'ЄРИ, ВИКЛИКИ ТА ПРИНЦИПИ ЕФЕКТИВНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ STEM-ОСВІТИ В УКРАЇНІ

У статті уточнено сутність поняття «STEM-освіта», її цілі та очікувані результати для системи освіти. Проаналізовано нормативно-правове забезпечення й виокремлено бар'єри і виклики на шляху успішного впровадження STEM-освіти в Україні. Виділено й обґрунтовано дванадцять принципів ефективної реалізації STEM-освіти у загальноосвітніх навчальних закладах в аспектах визначення: мети і завдань, діяльності учнів, змісту освіти та організації освітнього процесу.

***Ключові слова:** STEM-освіта, поняття, цілі і очікувані результати, правова база, бар'єри і виклики, принципи ефективної реалізації.*

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями. Науково-технічний прогрес та інформаційна революція зумовили виникнення нових професій у високотехнологічній сфері на перетині природничих наук та інформаційних технологій. Успіх майбутніх професіоналів у цій сфері в основному залежить від їх глибоких та ґрунтовних знань зі STEM-дисциплін, які викладаються у загальній середній освіті (математики, фізики, хімії, біології й особливо інформатики), які формують науковий світогляд особистості. Не менш важливим є логічне та критичне мислення особистості як засіб, що дозволяє отримувати точну та достовірну інформацію в середовищі. З цих причин проблема впровадження освіти STEM є надзвичайно важливою для системи

освіти як складової процесу глобалізації та інтеграції України в європейське освітнє середовище та вихід на глобальний ринок праці.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблема впровадження STEM-освіти широко досліджується у світовому науково-педагогічному співтоваристві в роботах R. Bybee [2], J. Fairweather [5], H. Gonzalez & J. Kuenzi [6], H. Kanematsu & D. Barry [7], M. Mataric & N. Koenig [9], M. Sanders [12], P. Williams [15] та ін. Зокрема, науковцями проаналізовано підґрунтя STEM-освіти, вивчено практичні аспекти використання робототехніки, визначено вимоги до сучасного вчителя технологій, окреслено переваги й недоліки STEM-освіти та окреслено перспективи її розвитку до 2020 року.

Проте, в українській науково-педагогічній спільноті ця проблема висвітлюється епізодично тільки В. Шарко [13]. Отже, питання ефективного впровадження STEM-освіти в Україні залишається практично не вивченим, що й зумовлює актуальність нашого дослідження.

Мета дослідження – визначити бар'єри і виклики на шляху успішного впровадження STEM-освіти та виділити й обґрунтувати принципи її ефективної реалізації у загальноосвітніх навчальних закладах України.

Виклад основного матеріалу дослідження.

Теоретичні основи дослідження. Термін «STEM-освіти» є аббревіатурою, яка поєднує чотири основні підходи та дисципліни до освіти – науку, технологію, інженірінг та математику. Назва STEM уперше була використана Національним фондом науки наприкінці ХХ століття як концепція, що стосується будь-якої діяльності в галузі STEM-дисциплін [2].

Зарубіжними науковцями (Н. Цупрос, Р. Колер та Дж. Халлінен), STEM-освіта розглядається як «міждисциплінарний підхід до навчання, де строгі академічні концепції поєднуються з реальними уроками, коли студенти застосовують науку, технологію, інженірінг та математику в контексті, що створює зв'язки між школою, роботою, суспільством та глобальним виробництвом, що забезпечує розвиток STEM-грамотності, а з нею й здатність особистості конкурувати в умовах нової економіки» [14].

Це поняття також визначається як «стандартизована мета-дисципліна, яка викладається у загальноосвітніх навчальних закладах, де всі педагоги, особливо вчителі STEM-дисциплін забезпечують викладання на основі інтегративного підходу до навчально-виховного процесу, а зміст навчальних дисциплін не розділений, але спрямований і розглядається як одне жваве, гнучке дослідження» [1, с. 6].

За даними Г. Гонсалеса та Дж. Куензі, STEM освіта включає в себе освітню діяльність як на уроках, так і у позаурочний час, на всіх рівнях системи освіти – від дошкільної до післядипломної [6].

Отже, основна мета STEM-освіти полягає у підвищенні значення науки, технологій, інженірінгу та математики як основних вимог інформаційного суспільства та нової економіки.

Багатообіцяючі очікувані результати в галузі STEM-освіти, пов'язані з викладачами, які беруть участь у цій реформі, охоплюють три основних положення:

- 1) кращі результати навчання учнів у STEM-галузі як основна вимога інформаційного суспільства;
- 2) підвищення ефективності викладання STEM-дисциплін;
- 3) можливість (варіативність) змін ролей педагогічних працівників у STEM-областях [5, с. 3-5].

Ще одним позитивним моментом є підготовка учнів до майбутньої професійної діяльності в таких високих технологічних областях як робототехніка та штучний інтелект. У цьому контексті М. Матаріч, Н. Кеніг і Д. Фейл-Сейфер [9] рекомендують робототехніку як чудовий інструмент, який може бути реалізований через практичні заняття на будь-яких уроках на рівні початкової, середньої та старшої школи. Автори описують власне бачення застосування робототехніки в областях STEM у школах K-12 та пропонують матеріали та інструменти, а також розроблені курси з науки, що передбачають використання робототехніки при викладанні у середній школі. Матеріал включає в себе плани уроків, що вільно розповсюджуються в Інтернеті,

детальний методичний посібник з ілюстраціями та рішеннями для програмування роботів, а також посібник, в якому описані ключові поняття та принципи використання робототехніки в навчальному процесі.

Однак, як відмітив Р. Байбі [2], в більшості випадків це нововведення трактується лише як поєднання науки та математики, незважаючи на те, що вплив технологій та інженірінгу зростає із кожним днем. Отже, сучасна STEM-освіта повинна орієнтуватися на розвиток знань, вмінь та навичок учнів у галузі інжинірінгу та використання технологій. Актуальні теми включають: проектування інженерних процесів; опис того, як це працює; як використовувати технології; вирішення проблем та інновації тощо.

Незважаючи на всі ці позитивні факти, П. Вільямс зауважує, що впровадження і підтримка STEM-освіти є дуже складним завданням, оскільки шкільна програма має жорстку структуру, яка стійка до змін [15, с. 27]. Ще однією перешкодою є кадрові питання у середній і старшій школі, де кожен вчитель викладає одну дисципліну, не як у початковій школі, де один вчитель викладає всі предмети, що обумовлює необхідність забезпечити спільне викладання в середніх і старших класах, і, відповідно це вимагає певної підготовки вчителів для успішної реалізації цієї інновації. Ще одна складність полягає в тому, як пов'язати між собою STEM-дисципліни та виправдати їх місце у навчальному плані [15, с. 28]. З цих причин «концентрація уваги на STEM-інтеграції може не тільки не подолати бар'єри, а й призвести до знищення технологій як окремого компонента навчального плану. Отже, до STEM-освіти слід підходити з обережністю» [15, с. 33].

Таким чином, STEM-освіта може розглядатися як модель превентивної реформи системи освіти України, яка в першу чергу ґрунтується на інноваціях в організації навчально-виховного процесу викладання STEM-дисциплін, як відповідь на виклики XXI століття.

Нормативно-правове забезпечення STEM-освіти в Україні.

Законодавчу базу STEM-освіти в Україні сформовано трьома основними документами: Законом України «Про інноваційну діяльність» (2002 р.) [8],

Наказом Міністра освіти і науки України «Про затвердження Порядку здійснення інноваційної освітньої діяльності» (2000 рік) [11] та Наказом Міністра освіти і науки України «Про створення робочої групи з впровадження системи освіти в Україні» (2016 рік) [10].

Перший документ визначає правові, економічні та організаційні засади державного регулювання інноваційною діяльністю в Україні, встановлює державні форми ініціатив та інноваційних процесів, спрямованих на розвиток інноваційної економіки України. Відповідно до цього закону новаціями є новосформовані (застосовані) та (або) покращені конкурентні технології, продукти або послуги, а також організаційно-технічні рішення для промислового, адміністративного, комерційного чи іншого напрямку, що значно покращує рівень та якість продукції та (або) соціальні послуги; інноваційна діяльність – це діяльність, спрямована на використання та комерціалізацію результатів досліджень та розвитку, що призводить до випуску нових конкурентоспроможних товарів та послуг [8].

Другий документ визначає процедуру інноваційної освітньої діяльності у системі освіти. Відповідно, освітні новації розглядаються як новостворені, вдосконалені навчальні, освітні або управлінські системи, вдосконалення їх складових, що забезпечують значне покращення освітньої діяльності. Інноваційна освітня діяльність здійснюється на національному, регіональному та рівні навчального закладу.

На національному рівні інноваційна діяльність включає такі сфери: освіта, підвищення кваліфікації, адміністративні системи; основний компонент дошкільної освіти, інваріантний компонент загальної середньої освіти, зміст національного компонента професійної освіти, зміст освіти дорослих, нормативний зміст вищої (включаючи аспірантуру) освіти; експериментальні навчальні програми, підручники, навчальні посібники, розроблені в ході експерименту та результати для підвищення рівня освіти; освітні технології, форми, методи та ресурси навчання, управління освітою; науково-методичне, кадрове, матеріально-технічне та фінансове забезпечення навчального процесу

в навчальних закладах; системи, технології, форми та методи навчання педагогічних та керівних кадрів закладів освіти [11]. Відповідно до Наказу Міністра освіти і науки України (2016 р.) [10] з метою інноваційного розвитку дисциплін природно-математичного циклу, активізації досліджень в напрямку впровадження та розвитку STEM-освіти в Україні, було створено робочу групу, до складу якої увійшли: науково-педагогічний колектив Інституту модернізації змісту освіти, обласні інститути підвищення кваліфікації вчителів, методичні працівники районного й міського рівнів та вчителі-практики. Основним завданням цієї групи є розробка плану дій щодо реалізації STEM-ініціативи в Україні.

Бар'єри та виклики на шляху впровадження STEM-освіти в Україні.

Процес впровадження STEM-освіти в Україні, як і будь-який інноваційний процес зустрічає на своєму шляху чимало бар'єрів та викликів.

Дж. Ейджівайл [5, с. 64-69] визначив *десять бар'єрів* на шляху успішної реалізації STEM-ініціативи в США, які вельми актуальні й для української системи освіти:

1. Слабка підготовка і нестача кваліфікованих вчителів STEM-дисциплін.
2. Відсутність інвестицій у професійний розвиток вчителів.
3. Слабка підготовка і низька мотивація учнів.
4. Відсутність різноманітних форм зв'язку між окремими учнями.
5. Відсутність підтримки з боку шкільної системи.
6. Відсутність співпраці в галузі STEM-досліджень.
7. Слабкий зміст підготовки.
8. Слабкі методи навчання та оцінювання.
9. Поганий стан лабораторного обладнання та навчальних засобів.
10. Відсутність практичного навчання учнів.

Визначені бар'єри стають надійним підґрунтям для визначення низки викликів до системи освіти України. Проведений аналіз наукових праць, власний досвід та авторське бачення, дозволяють нам визначити виклики, які необхідно подолати на шляху успішної реалізації STEM-освіти в Україні в

методологічному, управлінському та виконавчому аспектах. Нижче ми навели визначені виклики у відповідних аспектах впровадження STEM-ініціативи в Україні.

Методологічні виклики впровадження STEM-освіти включають:

- необхідність чіткого розуміння сутності STEM-освіти, особливостей її реалізації та можливих результатів;
- необхідність розробки узгодженої концепції та визначення стратегії реалізації STEM реформи в українській освіті;
- необхідність розробки моделі реалізації STEM-освіти, яка визначатиме завдання навчання, виконавчі ролі, зміст навчальних програм, традиційні та інноваційні методи навчання, методичні рекомендації, діяльність вчителя та учнів в класі або лабораторії, ресурси та результати;
- необхідність розробки освітньої технології для ефективного реалізації STEM освіти в Україні, яка буде реалізовувати відповідну модель;
- необхідність розробки методів та засобів оцінювання, які визначатимуть навчальні результати учнів, особливо більш комплексних, як, наприклад, запам'ятовування знань впродовж довгого періоду часу, їх застосування для розв'язання незнайомих проблем і прихильність до навчання впродовж усього життя.

Управлінські виклики до процесу реалізації STEM-освіти наступні:

- необхідність розробки детального плану заходів для окремих курсів, відділів, установ освіти та регіонів. Такий план повинен включати терміни реалізації всіх заходів і відповідальних осіб;
- необхідність управляти процесом реалізації STEM-освіти на кожному рівні школи – від початкової школи до старшої школи з основним фокусом на взаємодію та взаємозв'язок навчальних дисциплін в межах та поза напрямками освіти;
- необхідність розробки методики мотивації вчителів та учнів до вивчення STEM-дисциплін. Така методика мотивації дасть можливість підвищити інтерес

учнів до STEM-галузі та забезпечить їх підготовку до вибору відповідної STEM-спеціальності у вищому навчальному закладі України;

– необхідність проведення регулярного моніторингу для визначення поточного стану реалізації STEM ініціативи і виявлення можливих проблем, у разі виникнення яких, можуть бути проведені відповідні заходи, направлені на їх вирішення;

– необхідність забезпечення суттєвого зовнішнього фінансування для розробки науково-методичних матеріалів, управління та оцінки результатів реалізації STEM-освіти в Україні.

Виконавські виклики у процесі реалізації STEM-освіти:

– підвищення обізнаності громадськості про STEM-освіту, рівень її ефективності та важливість цього нововведення для майбутньої кар'єри випускників ЗНЗ;

– необхідність підвищення кваліфікації вчителів-суб'єктів впровадження STEM освіти, яким не вистачає необхідних знань і навичок для викладання STEM дисциплін;

– необхідність здійснення адекватної матеріальної компенсації вчителям-виконавцям для залучення і утримання висококваліфікованих вчителів;

– необхідність заохочення усіх STEM-виконавців до подання достатньої інформації про курси лекцій, матеріали і ресурси, необхідні для її успішної реалізації. Крім того, вони могли б деталізувати актуальність STEM-ініціативи у власній професійній та педагогічній діяльності.

Принципи ефективного впровадження STEM-освіти в Україні.

Поняття «*принципи*» ми розуміємо як певні вихідні нормативні вимоги щодо організації навчального процесу, що забезпечують його ефективність та результативність. Вони визначають зміст, напрямок і основні результати цього процесу. Тому принципи визначаються через цілеспрямовані закони, положення та рекомендації. Слід також зазначити, що принципи взаємопов'язані і визначають один одного [3, с. 168-170].

Виходячи з цієї теоретичної позиції, визначених бар'єрів та викликів, власного досвіду та в залежності від ключових компонентів та етапів навчального процесу, ми визначили *дванадцять принципів*, що сприятимуть ефективній реалізації STEM-освіти в Україні:

- мета та завдання навчання (орієнтація на практичні цілі та чіткість);
- залучення учнів (персоналізація, взаємодія та нижня лінія);
- формування вмісту навчання (взаємозв'язок, інтеграція (цілісність) та модульність);
- організація навчання (практичне навчання, технологізація, безперервність та адаптація).

Розглянемо визначені принципи детальніше та наведемо приклади їх використання.

Принцип 1. Орієнтація на практичні цілі.

Відповідно до цього принципу, при розробці будь-якої програми STEM-освіти у її мету, завдання та очікувані результати слід включити якомога більше практичних цілей навчання, насамперед формування системи технологічних вмінь та навичок, які є підґрунтям для розвитку комп'ютерної та технологічної грамотності, ІКТ компетентності, інформаційної культури тощо. При цьому слід використовувати відповідні формулювання, що відображають очікувані навчальні результати учня. Такими формулюваннями є: «оволодіти...», «вміти...».

Під вміннями ми розуміємо здатність учня застосовувати набуті знання на практиці, а навички – як дії, які виконуються особистістю без особливої уваги (підсвідомо).

Формулюючи цю мету, слід враховувати основні завдання навчально-виховного процесу в сучасній школі загалом та конкретні завдання освіти і виховання у галузі природничо-математичних дисциплін зокрема. А також реальні навчальні можливості тих, хто навчається.

Принцип 2. Чіткість.

Цей принцип вимагає зрозумілості, несуперечливості та чіткості мови

формулювання цільової складової програми STEM-навчання, оскільки ефективність STEM-освіти може забезпечуватися лише за умови однакового розуміння й правильного тлумачення її мети та завдань всіма учасниками навчально-виховного процесу.

Чіткість визначення мети та завдань програми STEM-навчання також дасть можливість кожному учню організувати власну самоосвітню діяльність та окреслити близькі та далекі очікувані результати навчання.

Отже, основна мета STEM-освіти – підготовка підростаючого покоління до ефективної життєдіяльності в умовах високо технологічного інформаційного суспільства на основі максимально можливого використання їх особистісних якостей та потенційних можливостей.

Принцип 3. Персоналізація.

Даний принцип визначає необхідність врахування у процесі STEM-навчання власних потреб, здібностей та особистих можливостей кожного учня. У цьому контексті на вчителя покладається вельми важливе завдання – не тільки визначити потреби, здібності та можливості кожного учня, а й дати їм усвідомити власні «слабкі» та «сильні» сторони, окреслити напрями особистісного розвитку та знайти своє місце у суспільстві.

Принцип персоналізації тісно пов'язаний з особистісно зорієнтованим підходом, що вимагає включення в навчально-виховний процес STEM-освіти особистого досвіду, почуттів, переживань, емоцій, дій і вчинків кожного учня.

Такий принцип забезпечує врахування індивідуальних психологічних, вікових та інших особливостей учнів. Кожен учень повинен почуватися індивідуальністю, особистістю, яка є суб'єктом STEM-навчання. Принцип персоналізації також передбачає, що спілкування та взаємодія між усіма суб'єктами STEM-навчання має відбуватися на засадах партнерства.

Таким чином, під час проведення навчальних занять та виконання практичних й лабораторних робіт кожен учень повинен бути залучений до вивчення STEM-дисципліни відповідно до власних потреб та здібностей.

Принцип 4. Взаємодія.

Визначений принцип зумовлює необхідність використання різноманітних інтерактивних технологій навчання у процесі реалізації STEM-освіти. Це дасть змогу забезпечити ефективну взаємодію не тільки між учнем та вчителем, а й між учнем та учнем, у різних формах діяльності, від індивідуальної до колективної.

Для цього необхідно, щоб вчитель з повагою, але принципово і вимогливо ставився до кожного учня, розвивав їх активність, ініціативність та самостійність у процесі навчання STEM-дисциплін. Ключову роль також відіграє зацікавленість учнів у навчально-виховному процесі, їх прагнення брати участь у дискусіях, розв'язанні проблемних завдань, навчальних дослідках та експериментах тощо.

Не менш важливим в цьому контексті також є комунікативне партнерство і співпраця, що передбачає організацію STEM-навчання на основі довіри, взаємодопомоги та взаємоповаги між усіма суб'єктами, а також розвиток поваги, довіри до особистості учня з наданням йому можливості для вияву самостійності, ініціативи та індивідуальної відповідальності за результат.

Принцип 5. Нижня лінія.

Основною ідеєю цього принципу є те, що не всі учні повинні досягти найвищого рівня розвитку у галузі STEM-освіти, оскільки не всі будуть інженерами, математиками або програмістами. В той же час кожен учень повинен набути мінімум знань, вмінь та навичок, який необхідний для успішної професійної діяльності та життя в інформаційному суспільстві.

Це передбачає ретельний відбір навчального матеріалу зі STEM-дисципліни з урахуванням рівня підготовки учнів. Отже, завдання, що ставляться перед учнями, повинні бути їм посильними.

Принцип 6. Взаємозв'язок.

Відповідно до цього принципу зміст STEM-дисципліни повинен бути пов'язаний з основними навчальними дисциплінами на кожному рівні школи. При цьому у змісті кожного предмета необхідно виділяти основні

формоутворюючі елементи, які мають важливе наукове та освітнє значення, а також другорядні похідні елементи, знання яких для учнів є необов'язковим. Не менш важливим у цьому контексті також є:

- цілеспрямоване планування навчального процесу з урахуванням оптимальної послідовності вивчення STEM-дисциплін і найбільш раціонального розташування навчального матеріалу за темами;

- перехід від простих тем і структур до складних, від конкретних – до загальних і навпаки;

- перехід до вивчення наступного матеріалу зі STEM-дисципліни тільки після міцного засвоєння попереднього;

- проведення теоретичних занять перед практичними, методично обґрунтоване чергування теоретичних і практичних занять;

- пошук можливостей комплексного використання знань, навичок і вмінь під час проведення різноманітних занять.

Принцип 7. Інтеграція (цілісність).

Даний принцип зумовлює необхідність у тісному поєднанні окремих розділів навчальної програми STEM-дисципліни. При цьому інтеграція – це не просто поєднання, а взаємопроникнення двох або більше розділів.

Органічне поєднання у змісту програми STEM-дисципліни відомостей інших навчальних предметів природничо-математичного циклу навколо однієї теми сприяє інформаційному збагаченню сприйняття, мислення і почуттів учнів за рахунок залучення цікавого матеріалу, що також дає змогу з різних сторін пізнати якесь явище, поняття, досягти цілісності знань у STEM-галузі.

Інтеграція змісту STEM-дисциплін дає змогу:

- усунути дублювання у вивченні ряду питань;

- ущільнити знання, тобто реконструювати фрагмент знань таким чином, засвоєння якого вимагає менше часу, проте породжує еквівалентні загально навчальні та технологічні уміння;

- опанувати з учнями значний за обсягом навчальний матеріал, досягти цілісності знань;

- залучати учнів до процесу здобуття знань;
- формувати творчу особистість учня, розвивати його здібності.

Принцип 8. Модульність.

Даний принцип передбачає організацію навчального процесу STEM-освіти як дискретно-неперевну послідовність, що складається з логічно завершених модулів зі структурованим змістом, що спрямований на досягнення конкретних дидактичних цілей. Він впливає на зміст, організаційні форми і методи навчання.

Педагогічні вимоги, за допомогою яких реалізується цей принцип:

- завдання навчального процесу формулюють у діяльнісному аспекті і повідомляють на початку навчання;
- зміст модуля включає: обґрунтування навчальних завдань, підготовку навчального матеріалу та організацію контролю за його засвоєнням, що дає змогу учням вирішити поставлені завдання;
- контрольні запитання мають на меті оцінити ступінь засвоєння знань, сформованості умінь і навичок, закріпити здобуте, діагностувати труднощі того, хто навчається; оцінка результатів кожного учня не залежить від рівня результатів класу;
- методи і засоби навчання обирають таким чином, щоб вони сприяли комплексному досягненню цілей навчання і контролю за засвоєнням змісту конкретної теми модуля та курсу загалом (переважно індивідуальне навчання та самоосвітня діяльність);
- завдання вчителя: надання інформації, мотивування, консультація, діагностика.

Це надає певні переваги для учня: можливість вибору способу навчання, оптимального темпу, місця та часу занять відповідно до їх індивідуальних потреб. Переваги для вчителя: недостатнє засвоєння змісту модулів можна помітити на кожному етапі навчання, тому курс засвоюється довершеними порціями, у разі невдачі на конкретних етапах навчання вчитель повинен повторно вивчити окремий модуль, а не всю дисципліну.

Принцип 9. Практичне навчання.

Цей принцип визначає зміст навчання та умови організації STEM-освіти, надає навчанню практичну спрямованість, забезпечує його зв'язок із сучасним рівнем розвитку науки і техніки та суспільства. Відповідно до цього переважна частина уроку зі STEM-дисципліни має бути присвячена практичному навчанню. Так, 50-75% навчального часу має відводитись на виконання практичних вправ з використанням ПК або інших інноваційних цифрових технологій, зокрема робототехніки.

Принцип практичної спрямованості STEM-освіти у навчальному процесі реалізується шляхом виконання учнями різноманітних практичних вправ, практичних та лабораторних робіт. Отже, формування та вдосконалення навичок і вмінь у галузі STEM-дисципліни відбувається завдяки виконанню цих вправ.

Принцип 10. Технологізація.

Визначений принцип передбачає послідовні науково-обґрунтовані дії всіх суб'єктів процесу впровадження STEM-освіти, підпорядковані досягненню кінцевої мети, виконання яких певною мірою гарантує досягнення позитивного результату – забезпечення ефективної реалізації STEM-освіти в Україні.

Технологія впровадження STEM-освіти має бути пов'язана з сучасними педагогічними та освітніми технологіями, концепцією розвитку сучасної системи загальної середньої освіти, сучасними парадигмами розвитку освіти в Україні та відповідним змістовим наповненням функцій всіх суб'єктів цього процесу.

Вона передбачає системний, концептуальний, нормативний та варіативний опис діяльності вчителів STEM-дисциплін, методистів ЗНЗ, РМК/ММК й ППО та викладачів ІППО. Технологія впровадження STEM-освіти повинна задовольняти такі методологічні вимоги: концептуальність, системність, керованість, ефективність та відтворюваність.

Принцип 11. Безперервність.

Відповідно до цього принципу, STEM-освіта здійснюється постійно, а не

випадково, й триває від початкової школи до завершення навчання у загальноосвітньому навчальному закладі. Він пов'язаний з концепцією непевності освіти та концепцією навчання впродовж життя.

Реалізація цього принципу передбачає розробку програм STEM-освіти не тільки для початкової, а й для середньої та старшої школи. Не менш важливим є безперервність класної та позакласної діяльності, робота у гуртках технічної творчості, участь у конкурсах, олімпіадах тощо.

Принцип 12. Адаптація.

STEM-освіта повинна швидко реагувати на зміну стану довкілля та в разі необхідності певним чином змінювати свою діяльність та спрямованість. Для цього необхідно, щоб програма STEM-освіти мала певні резерви ресурсного забезпечення, передусім у тематиці та часі.

Даний принцип обґрунтовує наявність у моделі STEM-освіти механізму зміни певних параметрів, корегування яких забезпечить її адаптацію в умовах, що змінилися. При цьому ці параметри постійно уточнюються і корегуються відповідно до нових умов.

Також важливим є пристосування моделі STEM-освіти до умов конкретного регіону (району, міста, села та загальноосвітнього навчального закладу). Така адаптація передбачає врахування специфіки кожного окремого регіону з його регіональними нормативно-правовими актами у сфері освіти, культурними та національними особливостями, соціальними, економічними та іншими умовами регіону.

При цьому слід відмітити, що у кожному конкретному випадку необхідним є розумний ступінь балансу адаптивності, при якому прагнення до гнучкості налаштувань та охоплення всіх особливостей регіону моделлю STEM-освіти не призведе до її суттєвого переускладнення. Досягнення цього балансу можливе за умови вибору оптимального рівня деталізації всіх складових моделі STEM-освіти.

Висновки. STEM-освіта є міждисциплінарним підходом, який має на меті інтегрувати навчання та викладання науки, технологій, інженерінг та

математики в один гнучкий та життєвий процес, щоб випускник міг успішно конкурувати в нових економічних умовах.

Основна перевага STEM-ініціативи полягає в тому, що вона є моделлю превентивного реформування освіти України, як відповідь на основні виклики й проблеми XXI століття та інформаційного суспільства. Законодавча база у сфері STEM-освіти в Україні нині тільки формується й знаходиться на початковому рівні, отже може бути вдосконалена для багатьох перспективних напрямків реформування. Проте успішна реалізація STEM-ініціативи в Україні нашою хується на чимало бар'єрів, які стають передумовою для визначення відповідних викликів, які слід подолати. У пропонованому дослідженні ми визначили та описали основні виклики, які є актуальними для системи освіти України в методологічному, управлінському та виконавчому аспектах.

Також у ході дослідження визначено *дванадцять принципів*, що сприятимуть ефективній реалізації STEM-освіти в Україні та наведено приклади їх застосування. В залежності від ключових компонентів та етапів навчального процесу, для успішного впровадження STEM-освіти в Україні слід дотримуватись таких принципів: *мета та завдання навчання* (орієнтація на практичні цілі та чіткість), *залучення учнів* (персоналізація, взаємодія та нижня лінія), *формування вмісту навчання* (взаємозв'язок, інтеграція (цілісність) та модульність), *організація навчання* (практичне навчання, технологізація, безперервність та адаптація).

Перспективи подальших досліджень полягають у висвітленні й обґрунтуванні теоретичних засад підготовки та науково-методичного супроводу вчителів до впровадження STEM-освіти в Україні.

Список використаних джерел

1. Brown R., Brown J., Reardon K., & Merrill C. Understanding Stem. Current Perceptions // *Technology & Engineering Teacher*. – 2011. – Vol. 70. – № 6. – Pp. 5-9.
2. Bybee R. W. Advancing STEM Education: A 2020 Vision // *Technology and Engineering Teacher*. – Sep 2010. – Vol. 70. – № 1. Pp. 30-35.

3. Бирка М. Ф. Система професійного розвитку вчителів природничо-математичних дисциплін у післядипломній освіті: дис. ... докт. пед. наук : 13.00.04 / Бирка Маріан Філаретович. – Запоріжжя, 2016. – 438 с.
4. Ejiwale J. Barriers to successful implementation of STEM education // Journal of Education and Learning. – 2013. – Vol.7. - № 2. – Pp. 63-74
5. Fairweather J. Linking Evidence and Promising Practices in Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Undergraduate Education. – 2008. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www7.nationalacademies.org/bose/Fairweather_CommissionedPaper.pdf.
6. Gonzalez H. B., Kuenzi J. J. Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education: A Primer. – CRS Report for USA Congress. – August 1, 2012. – 34 p.
7. Kanematsu H., Barry D. M. STEM and ICT Education in Intelligent Environments. Intelligent Systems Reference Library. – Vol. 91. – Springer, 2016. – 202 p.
8. Закон України «Про інноваційну діяльність» № 40-IV від 04.07.2002 р. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/40-15>.
9. Mataric M.J., Koenig N. & Feil-Seifer D. Materials for Enabling Hands-On Robotics and STEM Education. Refereed Workshop AAAI Spring Symposium on Robots and Robot Venues. – 2007. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://rri.cse.unr.edu/media/documents/2016/Mataric-2007-536.pdf>.
10. Наказ МОН України «Про створення робочої групи з питань впровадження STEM-освіти в Україні». – №188 від 29.02.2016 р. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://old.mon.gov.ua/ua/about-ministry/normative/5219->.
11. Наказ МОН України «Про затвердження положення про порядок здійснення інноваційної освітньої діяльності». – № 522 від 07.11.2000 р. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0946-00>.

12. Sanders M. STEM, STEM Education, STEMmania // The Technology Teacher. – December/January 2009. – Pp.20-26.
13. Шарко В.Д. Напрями модернізації системи шкільної освіти в умовах переходу на STEM-навчання / В.Д.Шарко. – 2016. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://internet-confer.16mb.com/>.
14. Tsupros N., Kohler R., and Hallinen J. STEM education: A project to identify the missing components. Intermediate Unit 1: Center for STEM Education and Leonard Gelfand Center for Service Learning and Outreach. – Carnegie Mellon University, Pennsylvania, 2009. – 32 p.
15. Williams P J. STEM Education: Proceed with caution // Design and Technology Education: An International Journal. – 2011. – Vol 16. № 1. – Pp. 26-35.

Мариан Бырка. БАРЬЕРЫ, ВЫЗОВЫ И ПРИНЦИПЫ ЭФФЕКТИВНОЙ РЕАЛИЗАЦИИ STEM-ОБРАЗОВАНИЯ В УКРАИНЕ

В статье уточнена сущность понятия «STEM-образование», ее цели и ожидаемые результаты для системы образования. Проанализировано нормативно-правовое обеспечение и определены барьеры и вызовы на пути успешного внедрения STEM-образования в Украине. Выделены и обоснованы двенадцать принципов эффективной реализации STEM-образования в общеобразовательных учебных заведениях в аспектах определения: целей и задач, деятельности учащихся, содержания образования и организации образовательного процесса.

Ключевые слова: *STEM-образование, понятие, цели и ожидаемые результаты, правовая база, барьеры и вызовы, принципы эффективной реализации.*

Marian Byrka. BARRIERS, CHALLENGES AND PRINCIPLES OF EFFECTIVE IMPLEMENTATION OF STEM-EDUCATION IN UKRAINE

The article clarifies the essence of the concept "STEM-education", its goals and expected results for the education system. The legal framework is analyzed and the barriers and challenges on the way of successful implementation of STEM-education in Ukraine are identified. The twelve principles of the effective implementation of STEM-education in education institutions in the aspects of determination: goals and objectives, activity of students, the content of education and organization of educational process are highlighted and substantiated.

Key words: *STEM-education, concept, goals and expected results, legal framework, barriers and challenges, principles of effective implementation.*

УДК 37.3:53

Безродна Т.М., Гордієнко Н.В.

ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ STEM-ОСВІТИ В СІЛЬСЬКІЙ ШКОЛІ

Основою STEM-освіти є практична робота учнів та проблемне навчання. Висвітлюється запровадження в процес навчання медіаосвітніх технологій, які можна використовувати на уроках природничо-математичного циклу в сільських школах, що мають певні особливості навчання. STEM-освіта забезпечує взаємозв'язок природничих предметів. Завдяки їй в учнів формується правильна світоглядна картина. Використання практико-орієнтованих науково-дослідницьких проектів є запорукою різнобічного розвитку підростаючого покоління, забезпечує активізацію і розвиток інтелекту, творчої інтуїції, мислення з урахуванням можливостей кожної дитини. STEM-освіта розвиває творче середовище для виявлення обдарованих дітей і не залишає поза увагою жодну дитину. Медіаосвітні технології є