ІННОВАЦІЙНІ ФОРМИ І МЕТОДИ НАВЧАННЯ У СИСТЕМІ ОСВІТИ УКРАЇНИ

DOI: <https://doi.org/10.52256/2710-3986.1-94.2021.08>

УДК 37.017:5/6(477)

Інна Дутчак,
кандидат історичних наук, доцент,
старший науковий співробітник,
Чернівецька філія Державної наукової установи
«Інститут модернізації змісту освіти»,
Чернівці, Україна
ORCID ID 0000-0002-2102-7144

STEM-ОРІЄНТОВАНИЙ ПІДХІД ДО НАВЧАННЯ ЯК ПЕДАГОГІЧНА ІННОВАЦІЯ ПОЧАТКУ ХХІ СТОЛІТТЯ

У статті проаналізовано зміст STEM-орієнтованого підходу до навчання. Охарактеризовано особливості організації процесу навчання за STEM у порівнянні з традиційним навчанням. Показано, як STEM-орієнтований підхід до навчання забезпечує формування найбільш затребуваних в ХХІ столітті компетенцій і навичок, використовуючи міждисциплінарність, поєднання наукової, дослідницької, навчальної та методичної діяльності. Визначено цілі, завдання, очікувані результати впровадження STEM-орієнтованого підходу до навчання в умовах реформування освіти в Україні, розбудови нової української школи. Мова йде також про формування української парадигми STEM-освіти, зорієнтованої на практичне застосування знань для розв'язання реальних соціальних, економічних і культурно-освітніх проблем сучасності в реаліях України, враховуючи, що технологічні прогнози майбутнього декларують подальші революційні зміни у світі та саме на систему освіти покладено завдання підготовки кадрів для забезпечення відповідними фахівцями, у країнах, зорієнтованих на формування власної науково-технічної еліти, STEM-орієнтований підхід до навчання активно впроваджується на державному рівні, стає там об'єктом посиленого фінансування технологічно орієнтованих освітніх проектів з боку державних і приватних агенцій і установ, а в самій Україні спостерігається підвищена зацікавленість до навчання, зорієнтованого на STEM.

Ключові слова: STEM-освіта; STEM-орієнтований підхід до навчання; міждисциплінарність, компетенції.

Постановка проблеми. Технологічні прогнози майбутнього декларують подальші революційні зміни у світі. Головні учасники інноваційного розвитку, на яких покладається основна відповідальність – це держава, промисловість, бізнес та освіта. Завдання освіти – підготовка кадрів для забезпечення відповідними фахівцями. У багатьох країнах світу освітні заклади вже сьогодні ставлять за пріоритети підготовку фахівців не окремого напрямку, а міждисциплінарного рівня.

У цьому відношенні особливу увагу привертає STEM-орієнтований підхід до навчання, який активно впроваджується на державному рівні у країнах, зорієнтованих на формування власної науково-технічної еліти, стає там об'єктом посиленого фінансування технологічно орієнтованих освітніх проектів з боку державних і приватних агенцій і установ.

В Україні також спостерігається підвищена зацікавленість до навчання, зорієнтованого на STEM. Сьогодні такий підхід до навчання реалізуються в багатьох закладах освіти. Особливо активно STEM-орієнтований підхід до навчання розвивається у позашкільному секторі. Разом з тим, поки що не сформована загальна політика трансформації закладів освіти від традиційної моделі до орієнтації на STEM. Необхідно вивчити особливості цієї освітньої інновації і визначити найефективніші підходи до реалізації STEM-орієнтованого навчання в загальних масштабах.

Аналіз останніх досліджень і публікацій з даного питання показав, що різні аспекти STEM-орієнтованого підходу до навчання розглядають багато вітчизняних і зарубіжних науковців: Т. Андрущенко, В. Биков, О. Бочкова, Н. Балик, С. Буліга, С. Бревус, А. Фролов, А. Волков, С. Горинський, Н. Гончарова, В. Величко, С. Гальченко, Л. Глоба, К. Гуляєв, С. Кириленко, О. Коваленко, В. Камишин, Е. Клімова, О. Комова, О. Лісовий, Д. Ліванов, Н. Морзе, О. Мартинюк, Р. Норчевський, Н. Поліхун, К. Постова, М. Попова, В. Приходнюк, Г. Онопченко, О. Онопченко, М. Рибалко, В. Рохлов, О. Сапрунова, С. Сосновський, П. Ситніков, О. Стрижак, І. Сліпухіна, І. Савченко, А. Федоренко, Н. Чернецький, Р. Druker, М. John, М. Harrison,

R. Florida, J. Confrey, A. House, G. Harpham, C. Kerr, D. Langdon, N. Morel, B. Means, A. Nicolas, E. Peters-Burton, J. Schwab, J. Tarnoff.

Більшість вітчизняних публікацій стосуються загальних аспектів впровадження STEM-освіти в Україні, її проблем та перспектив (Т. Андрущенко, С. Буліга, І. Василяшко, В. Величко, С. Гальченко, Л. Глоба, С. Горбенко, В. Кузьменко, С. Камишин, Н. Лукичова, О. Лозова, Н. Морзе, Л. Ніколенко, О. Патрикєєва, О. Коршунова, Н. Гущина, М. Попова, І. Пахомова, М. Рибалко, О. Стрижак, І. Чернецький, В. Шарко).

Тому є доцільним виокремити і охарактеризувати можливості та переваги STEM-орієнтованого підходу до навчання в контексті формування освітньої парадигми в Україні та впровадження реформи НУШ.

Мета статті – проаналізувати новий освітній напрямок – STEM-орієнтований підхід до навчання, показати переваги цієї педагогічної інновації і можливості щодо практичного застосування знань для розв’язання реальних соціальних, економічних і культурно-освітніх проблем, визначити основні підходи до формування української парадигми STEM-освіти.

Виклад основного матеріалу дослідження. Акронім STEM (від Science – природничі науки, Technology – технології, Engineering – інжиніринг, проектування, дизайн, Mathematics – математика) визначає такий підхід до навчання, який інтегрує розрізнені напрямки знань в єдине ціле, зорієнтований на практичний результат, що дає можливість розв’язувати реальні життєві задачі.

STEM-орієнтований підхід до навчання – це педагогічна технологія формування і розвитку розумово-пізнавальних і творчих здібностей тих, хто навчаються, рівень яких забезпечує їхню конкурентну спроможність на сучасному ринку праці.

Принципова відмінність STEM-орієнтованого підходу до навчання від традиційних освітніх моделей у фокусуванні на повсякденному житті, реальних задачах, розв’язання яких потребує комплексного наукового та практично-прикладного мислення. Цей підхід передбачає, з одного боку,

забезпечення інтегрованого формування наукових і практичних знань шляхом здобування автентичного практичного досвіду (особистісний аспект), а з іншого, – підготовку тих, хто навчається, до подальшого навчання (впродовж усього життя) і працевлаштування відповідно до вимог XXI століття (соціальний аспект) [7].

Провідною ідеєю STEM-орієнтованого підходу до навчання є конструювання навчальних предметів, дисциплін, курсів за міждисциплінарним принципом (інтегроване навчання, відповідно до певних тем, а не окремих дисциплін), що дає можливість комплексно формувати ключові фахові та соціально-особистісні компетенції молоді.

Комплексний міждисциплінарний підхід до розробки навчальних планів, освітніх програм і до організації самого процесу навчання – основна ознака STEM: Science (комплекс природничих наук) – це шлях, спосіб пізнання, який допомагає зрозуміти навколишній світ; Technology (технології) – це засіб пристосування та покращення світу, який чутливий до соціальних змін; Engineering (технічна творчість) – це спосіб створення та покращення пристроїв для вирішення реальних проблем; Mathematics (математика) – це спосіб опису, аналіз світу та реальних проблем за допомогою числа [8].

Отже, такий комплексний підхід є природним і доцільним, коли вирішується певна реальна проблема. Вибудовується ланцюг логічних питань: «Що це?», «Як з цим діяти?», «Як і чим вдосконалити?», «Як це зрозуміло представити?», у ході відповіді на які, згідно STEM-орієнтованого підходу до навчання, відбувається поєднання наукового методу, технології, проектування та математики за принципом міжпредметності. При чому, результатами інтеграції може бути формування нового знання, окремого навчального предмета або ж певні зміни в навчальному плані кожного із предметів, інтегрованих відповідно до STEM-орієнтованого підходу до навчання, на основі впровадження інновацій, посилення практичного компонента щодо розв'язання реальних проблем.

Розрізняють декілька видів міждисциплінарного підходу, залежно від характеру відносин між окремими дисциплінами, а саме:

- інтердисциплінарний (crossdisciplinary), який передбачає розгляд однієї дисципліни крізь призму іншої (наприклад, історія математики);
- мультидисциплінарний (multidisciplinary), який порівнює декілька дисциплін, що фокусується на одній проблемі, але не поєднує їх;
- плюридисциплінарний (pluridisciplinary), який порівнює споріднені дисципліни (наприклад фізику і математику, фізику та інженерію);
- трансдисциплінарний (transdisciplinary), який виходить за межі окремих дисциплін, зосереджується на певній проблемі та отриманні відповідних знань.

У залежності від кінцевої мети навчання, вибирається відповідний варіант міждисциплінарної інтеграції, враховуючи те, що з точки зору філософських засад STEM-орієнтований підхід до навчання – це методологічна єдність природничих, технічних і соціально-гуманітарних наук, яка виявляється у застосуванні спільного математичного апарату, інформаційно-комунікаційних технологій, моделювання та міждисциплінарній взаємодії, а також використанні новітніх освітніх технологій: когнітивних, соціальних і трансферу знань [9].

Зрозуміло, що найпродуктивнішим з позиції підготовки майбутніх фахівців до розв'язання складних багатофакторних задач є застосування трансдисциплінарного підходу, який забезпечує розгляд того чи іншого явища поза рамками будь-якої однієї дисципліни і тим самим сприяє процесу отримання нового знання шляхом синтезу ресурсів дисциплінарної і позадисциплінарної сфер, розширенню світогляду, інформаційного середовища, яким активно послуговуються саме з навчальною метою, формуванню власної пізнавальної моделі.

На сьогодні домінує експоненціальний розвиток когнітивних технологій – сукупність методів, засобів і прийомів оптимізації процесів здобування, зберігання і використання необхідних знань людства в

інформаційному середовищі, що ґрунтуються на інтелектуальній діяльності, спрямовуються на формування дослідницького стилю мислення, оптимізацію процесів сприйняття, уваги, пам'яті, розпізнавання образів, уяви, мови, мислення, розв'язання практичних задач із використанням елементів психології розвитку, людського і штучного інтелекту.

Активним є залучення соціальних технологій – сукупності прийомів, методів і впливів, які застосовуються для досягнення поставлених цілей і спрямовуються на зміну свідомості людей, культурних, політичних, соціальних структур, систем. Саме ці технології є ключовими у процесах керування цільовою групою комунікацією щодо активізації науково-технічної творчості, обговорення наявних і створення нових наукових підходів і напрямів.

Ознакою сучасності є також трансфер знань – своєрідна організаційно-технологічна метасистема, за допомогою якої знання, технології, досвід і навички передаються від однієї сторони до іншої, при цьому створюючи та запроваджуючи інновації в економіці, соціальній сфері. По суті це взаємно вигідне співробітництво між університетами, бізнесовими структурами і державним сектором, яке має на меті обмін матеріальної, інтелектуальної власності, експертизи, навчання, навичок між академічними і неакадемічними спільнотами. До трансферу знань належать підготовка фахівців, публікації, громадські заходи, спільне дослідження, консультування, ліцензування права на використання здобутих результатів дослідження, інноваційне підприємництво, створення нової бізнес-моделі тощо. Інтенсивний трансфер знань забезпечує високий рівень впровадження інновацій в економіку, соціальну сферу, підвищує рівень конкурентності всіх учасників.

STEM-орієнтований підхід до навчання забезпечує творчий простір формування світогляду дитини, у якому вона не тільки готується до дорослого життя, а й повноцінно реалізує свої потреби. Вся діяльність щодо впровадження STEM-орієнтованого підходу до навчання вибудовується так, щоб сприяти становленню особистості як творця і проектувальника власного

життя, гармонізації і гуманізації відносин між тими, хто навчаються, і тими, хто навчають, закладом освіти та родиною, ґрунтуючись на ідеї усвідомленого вибору особистого життєвого шляху.

Вочевидь, самовизначення у напрямі STEM розпочинається з молодшого шкільного віку. Основним завданням початкової школи є стимулювання допитливості, підтримка інтересу до навчання і пошуку знань, мотивація до самостійних досліджень, створення простих приладів, конструкцій тощо. Надалі середня школа повинна розв'язати завдання формування в учнів стійкої цікавості до природничо-математичних наук, оволодіння системою практичних навичок, необхідних для подальшого життя людини у техносфері, розуміння значення екології та природи у цілому для життєдіяльності окремого індивіда та суспільства загалом. На цьому етапі особливо важливим є залучення учнів до дослідницької діяльності і винахідництва, що дозволить збільшити відсоток тих, хто стане надалі новатором. Старша школа має сприяти освоєнню наукової методології, усвідомленню фізичної, техніко-технологічної і наукової картин світу, поглибленій підготовці зі STEM-дисциплін (профільне навчання), свідомому вибору подальшої освіти у напрямку STEM-орієнтованого навчання [10].

В освітньому процесі треба враховувати, що STEM-орієнтований підхід до навчання має певні специфічні особливості, які суттєво відрізняють процес навчання за STEM від традиційного на всіх етапах, починаючи від проектування конкретного заняття та завершуючи взаємодією із педагогами суміжних дисциплін.

STEM-орієнтований підхід передбачає зовсім іншу сутність сучасного освітнього середовища, його просторово-предметну складову, відмінні від традиційних програми та засоби навчання: зростає частка проектної, командної та групової роботи тих, хто навчаються, важливе місце в якій займають сучасні цифрові вимірювальні комплекси, а навчальний простір класної кімнати містить декілька зон активності: дослідництва, творчості, розвитку, взаємодії, презентаційну тощо. Різноманітні мережні та сучасні

дистанційні форми навчальної комунікації забезпечують принцип рівного доступу до якісної освіти для представників різних вікових груп, різних можливостей, у тому числі для осіб з особливими потребами [6].

Найважливішими організаційними формами при застосуванні STEM-орієнтованого підходу до навчання є проекти, інтегровані уроки, квести, екскурсії, тематичні дні, конкурси, наукові виставки, фестивалі, хакатони тощо. Поряд із традиційними джерелами здобуття знань використовуються глобальні і локальні інформаційні мережі з різноманітними базами даних і профільними експертними системами для вивчення та аналізу явищ, наукових експериментів, моделювання тощо, а також, на базі яких створюються спеціальні середовища навчання з використанням ІКТ, онтологічні кабінети, віртуальні STEM-лабораторії, музеї науки тощо. Широке використання мережевих інструментів взаємодії дає можливість долучитися до міжнародних наукових освітніх проектів, до участі у відкритих спеціалізованих мережевих спільнотах [13].

Для забезпечення належної навчально-методичної підтримки впровадження STEM-орієнтованого підходу до навчання особливе значення має розробка відповідних інтегрованих навчальних програм, курсів за вибором, орієнтованих на формування компетентностей, необхідних для подальшого професійного визначення.

Уже сьогодні очевидно, що основними технологіями і продуктами майбутнього будуть геоінженерія, інтелектуальні енергетичні системи, радикальні матеріали, синтетична біологія, індивідуальна геоекономіка, біоінтерфейси, сонячна енергетика, ноотропні препарати, нові енергоємні батареї, стовбурові клітини, біопаливо, клонування, робототехніка, низькоорбітальні польоти, мемристори, мобільні геологічні засоби зв'язку, батареї, які заряджаються від атмосфери, розумні навігаційні системи, штучний інтелект тощо. Такі продукти, пов'язані з ними технології формують інноваційні виробничі галузі і професії, опанування яких є ефективнішим з використанням STEM-орієнтованого підходу до навчання.

Затребуваними і відповідно такими, які починають інтенсивно розвиватися, у XXI столітті є аерокосмічна техніка, астрофізика, біохімія, біомеханіка, цивільне будівництво, нанотехнології, нейротехнології, робототехніка тощо. Це, своєю чергою, дає поштовх до розвитку таких галузей інженерії, інформатично-математичної і науково-природничої діяльності, як: аерокосмічна, комп'ютерна, біомедична, хімічна, машинобудівна, атомна, енергетична, екологічна, хімічна інженерія, інформаційні технології, геоматика, мехатроніка, програмування, екологія, агротехнологія, атмосферні й космічні дослідження, статистика тощо.

Очевидно, що до розроблення креативного контенту навчально-методичного забезпечення мають долучатися не лише освітяни і фахівці з певної галузі знань, а і представники промисловості та бізнесу.

STEM-орієнтований підхід до навчання сприяє лібералізації усього освітнього процесу, забезпечує доступ до STEM-освіти загалом, акцентуючи на її відкритості до безпосереднього оточення і світу.

Варто наголосити, що у центрі уваги такого підходу до навчання знаходиться практичне завдання, або реальна проблема, яка потребує вирішення у процесі організації інтегрованого, компетентісно орієнтованого, міждисциплінарного навчання.

Заняття, на яких застосовують STEM-орієнтований підхід до навчання, повинні обов'язково мати ознаки проблемного навчання, в основу яких покладено постановку завдань з реальним практичним змістом, розв'язання яких передбачає міждисциплінарну взаємодію, переважне використання індуктивних методів дослідження, діяльність в команді тощо. Продуктивність останньої значно зростає за умови систематичної взаємодії і злагожденості не лише тих, хто навчаються, а і педагогів, які спільно реалізують STEM-орієнтований підхід до навчання.

Природничо-математичний контент є основоположним у такому навчанні. Але його реалізація передбачає використання інженерного методу дослідження (інженерного проектування), до складу якого входять:

визначення сутності проблеми, попереднє дослідження, формулювання вимог, мозковий штурм, розроблення і тестування прототипу, оцінювання результату, прогнозування, внесення змін, подання отриманого результату. На відміну від наукового методу дослідження, в цьому випадку ті, хто навчаються, здобувають нові знання, застосовуючи до виконання поставленого завдання різноманітні (часто помилкові) підходи, які також виступають як засіб навчання у розв'язанні конкретної проблеми [10].

До інших важливих передумов впровадження STEM-орієнтованого підходу до навчання є перебування суб'єктів пізнавальної діяльності у стані опрацювання постійно зростаючих обсягів інформації, яка потребує здатності та готовності, з однієї сторони, до виокремлення практично значущих даних, а з іншої – уміння їх подальшого корисного застосування, тобто до безпосереднього використання компетенції критичного та креативного мислення [3].

STEM-орієнтований підхід до навчання потребує впровадження як нових методичних підходів, так і наявності спеціального обладнання. Реалізації означених задач на різних етапах навчання сприяє використання навчальних роботів-конструкторів (наприклад: LEGO, LEGO Mindstorms EV3, Cubelets, LittleBits, Makeblock та ін.), які дозволяють в ігровій формі знайомитись з основами робототехніки, електроніки, механіки, програмування, висувати власні ідеї, реалізовувати їх на практиці, створюючи складні конструкції з різноманітними датчиками для навігації і взаємодії з довкіллям тощо. Зацікавленим учням, вихованцям гуртків пропонуються технічні завдання більш високого рівня з використанням мікропроцесорів і цифрових вимірювальних комплексів, дослідницькі практики зі створення складних роботизованих механізмів, програмування та роботи з датчиками тощо. Особлива увага приділяється співробітництву фахівців різного профілю у розробці освітнього середовища навчання з використанням спеціального новітнього обладнання, пов'язаного з технічним моделюванням, енергетикою й електротехнікою, інформатикою, обчислювальною технікою і

мультимедійними технологіями, науковими дослідженнями у сфері енергозберігальних технологій, автоматикою, телемеханікою, робототехнікою і інтелектуальними системами, радіотехнікою і радіоелектронікою, авіацією, космонавтикою і аерокосмічною технікою тощо. Це важливо для того, щоб навчитися працювати з реальними життєвими викликами та інноваційними ідеями щодо їх вирішення [16].

STEM-орієнтований підхід до навчання реалізовується у процесі комплексної наукової і навчально-методичної міждисциплінарної діяльності через мережу STEM-центрів і STEM-лабораторій. STEM-центр – це спеціалізована освітня установа, створена при організації, закладі освіти, підприємстві або їх об'єднанні з метою надання STEM-орієнтованих освітніх послуг і призначена для сприяння взаємодії усіх зацікавлених у цьому. STEM-лабораторія – це наукова установа, її відділ, що проводить STEM-орієнтовану експериментальну науково-дослідну, методичну і навчальну роботу, спрямовану на впровадження і розвиток STEM-освіти. STEM-центри і STEM-лабораторії, як спеціально організовані освітні простори, створюються з відповідною матеріально-технічною базою, навчальними програмами, фахівцями (науковцями, викладачами, представниками бізнесових структур, консультантами тощо). На практиці до компетенцій STEM-центрів і STEM-лабораторій відноситься налагодження динамічних партнерських взаємин і співпраці між усіма зацікавленими у популяризації, впровадженні та розвитку STEM-орієнтованого підходу до навчання сторонами. STEM-центри і STEM-лабораторії ініціюють, організовують і координують пілотні освітні проєкти, які дають можливість навчатися і у майбутньому працювати у різноманітних культурних середовищах для розв'язання проблем загального значення, а також здобувати автентичний досвід у галузі науки, техніки і технології, діяльність міжнародних шкіл, конференцій, симпозіумів, круглих столів, тематичних дискусій у галузі STEM-освіти і новітніх технологій навчання. До компетенції STEM-центрів і STEM-лабораторій відноситься також підготовка до відповідної діяльності педагогів, систематичні тренінги, консультації,

навчально-методична підтримка щодо реалізації STEM-орієнтованого підходу до навчання за різноманітною тематикою – не лише STEM-зміст освіти, STEM-освітні технології, моделювання STEM-професій, розробка індивідуальних освітніх STEM-траєкторій, а і дизайн міждисциплінарного плану, глобальні освітні системи і підходи, навички для успішного життя у XXI столітті, командна робота, освоєння методів винахідництва, міжкультурна співпраця і комунікація, on-line співпраця, телекомунікаційні технології тощо [11].

Особливої уваги заслуговують віртуальні центри STEM-освіти, які з точки зору методології проектуються із залученням когнітивних і соціальних технологій, трансферу знань і трансдисциплінарних підходів. За допомогою таких мережних ресурсів ті, хто навчаються, можуть брати участь у реальних і віртуальних навчальних дослідженнях, долучатися до міжнародних дослідницьких проектів, таких як ICE Cubes Service, EDU-ARCTIC, BIOTALENT тощо.

На навчання через дослідження спрямована діяльність віртуального ресурсу «STEM-лабораторія МАНЛаб» [4], створеного в НЦ МАН України. Розробники цієї освітньої платформи пропонують систему вибору дослідницьких проектів для учнівської молоді відповідно до визначених інтересів STEM-орієнтованого підходу до навчання, дистанційну і очну фахову методичну та технологічну допомогу в організації такого навчання учнівської молоді України, позакласні та позашкільні заходи, конкурси, фестивалі, веб-квести, літні програми природничо-наукового, інженерно-технічного спрямування, діяльність дитячих наукових університетів тощо, а також освітній простір, відкритий для долучення фахівців і волонтерів і наповнення контенту їхніми напрацюваннями, розробками в галузі науки і технологій [12].

STEM-орієнтований підхід до навчання виходить за межі навчального закладу, передбачає наявність партнерських зав'язків не лише між тими, хто навчають, і тими, кого навчають, а і з науковцями, дослідниками, новаторами,

фахівцями з виробництв та всіма зацікавленими сторонами через залучення ресурсів і співробітництво між закладами загальної середньої і вищої освіти, академічними науковими установами, науково-дослідними лабораторіями, центрами, музеями, підприємствами, бізнес-структурами, громадськими організаціями, а також активну взаємодію із батьківською спільнотою. Більшість батьків розглядають освіту як вигідну інвестицію у майбутнє і розуміють, що подальший кар'єрний успіх дитини залежить від рівня навчальних і фахово зорієнтованих досягнень.

Упровадження STEM-орієнтованого підходу до навчання передбачає також підготовку педагога, діяльність якого не обмежується викладанням власного предмета, а здатного до реалізації міждисциплінарних зв'язків, який усвідомлює значущість професійних знань у контексті соціокультурного простору, свою соціальну відповідальність, постійно дбає про особистісне і професійне зростання, уміє досягти нових педагогічних цілей, сам постійно вчиться у процесі навчання інших [5]. Педагог, зорієнтований на STEM – це активний проектувальник, який на основі системи власних знань, розуміння наукової картини світу має визначати зміст, обсяг і послідовність навчання, характер і ступінь інтеграції знань з різних гностичних полів, добирати методи, методики і стратегії, які забезпечать найбільш очікуваний педагогічний результат. Важливим є його вміння організувати навчальний процес як педагогічну взаємодію, спрямовану на розвиток особистості того, хто навчається, його підготовку до розв'язання реальних життєвих завдань. Роль педагога не лише в тому, щоб забезпечити трансляцію знань, але й бути провідником ідей, людиною культури і носієм певних цінностей. Це, вочевидь, вимагає змін у первинній і подальшій професійній освіті педагога, вона має стати більш персоніфікованою, надаючи кожному педагогу ширші можливості для оновлення, удосконалення, поглиблення своєї професійної підготовки у прийнятний для нього спосіб, у тому числі на базі інноваційного дистанційного навчання, з використанням напрацювань педагогічних банків ідей, творчих спілок педагогів-новаторів, благодійних фондів тощо [15].

Світова освітня практика на сьогодні демонструє ефективність, дієвість і функціональну придатність STEM-орієнтованого підходу до навчання у формуванні та розвитку актуальних для XXI століття компетентностей і навичок:

- уміння знаходити ефективні та відповідальні рішення в екстремальних ситуаціях, готовність до розв'язання суперечливих ситуацій і комплексних практичних задач;

- уміння визначати актуальність і важливість ідей, розуміти логічні зв'язки між окремими розрізненими ідеями, оцінювати факти, обирати необхідні джерела даних, виявляти невідповідності та помилки в отриманих даних, у власних судженнях, аргументувати свої думки та ціннісні позиції, робити висновки, розв'язувати проблему комплексно, в цілому, системно тощо;

- здатність до творчості, яка виявляється як у продуктах діяльності, так і в процесі мислення, спілкування, цікавість до складних завдань, які можуть бути джерелом нового досвіду, самостійність поглядів і оцінок, невіддільність стереотипам, відкритість до сприйняття нових ідей, дивергентність, рухливість, пластичність, оригінальність мислення; готовність до використання спонукального поштовху задля зміни власних думок, позицій, народження нових ідей, з'єднання, на перший погляд зовсім неспоріднених явищ в єдине ціле, корисне, функціональне;

- уміння організовувати взаємодію і керувати людьми, створювати позитивну мотивацію у групі, колективі для досягнення максимальної продуктивності;

- уміння працювати в команді, здатність до синхронізації й інтеграції діяльності членів групи;

- забезпечення найефективнішого використання наявних інтелектуальних і матеріальних ресурсів для досягнення поставлених цілей;

– навички ідентифікації, усвідомлення, управління та використання у процесі вирішення поставлених задач і розв’язання проблем власних емоцій та емоцій інших людей;

– оцінювання проблеми і прийняття рішення щодо визначення її сутності, множини можливих шляхів вирішення, оцінювання витрат, «плюсів» і «мінусів», пов’язаних з кожним варіантом, добір ресурсів, реалізація обраного варіанту, оцінювання даного рішення та його зміна за необхідності;

– емпатія до споживача продукту, здатність до ефективної взаємодії, уміння спілкуватися з різними людьми, створювати позитивний настрій, виявляти терпіння;

– уміння домовлятися задля врегулювання існуючих розбіжностей, досягнення компромісу або угоди без суперечок і конфліктів, на підставі принципів уміння користуватися, оцінювати та ефективно використовувати можливості сучасного середовища, характерними рисами якого є доступність практично неосяжних масивів різноманітних даних, швидкі зміни у технологічних інструментах, глобальна співпраця;

– навички швидкого переходу від однієї думки до іншої, одночасний розгляд конкретного об’єкта або складної проблеми у декількох аспектах, когнітивна гнучкість, адаптивна позиція за зміни цілей діяльності, завдань, появи нових зовнішніх чинників і ситуацій, розуміння й усвідомлення усіх можливих варіантів, альтернатив.

Усі вище зазначені навички пов’язані з продуктивністю мислення, змістом знань, соціальною та емоційною компетенціями, спрямованими на формування вміння керування складними життєвими, професійними умовами та ситуаціями (гнучкість і адаптивність, ініціатива та самоорганізація, соціальні та кроскультурні навички, продуктивність, лідерство та відповідальність).

Той, хто навчається за STEM, у майбутньому здатний здійснювати інноваційну трудову діяльність з високим ступенем міждисциплінарності та технологічності. Його відзначає володіння як знаннями у межах певних

дисциплін, так і навичками у використанні міждисциплінарних підходів до розв'язання практичних задач.

Висновки з дослідження і перспективи подальших розвідок. Отже, застосування STEM-орієнтованого підходу до навчання в умовах реформування освіти в Україні, розбудови нової української школи є перспективним щодо розв'язання реальних освітніх проблем, таких як: перехід від знаннєвої парадигми освіти до компетентісної, усунення фрагментарного характеру навчальних планів, освітніх програм, недостатньо пов'язаних між собою і з потребами реального життя, підвищення мотивації та інтересу тих, хто навчається, до практичної сторони навчальних предметів, дисциплін і відповідно усвідомленого вибору подальших професій.

Очевидним є те, що впровадження STEM-орієнтованого підходу до навчання потребує підготовки відповідних педагогічних кадрів, правової та інформаційної підтримки на різних рівнях, створення спільнот, які об'єднують не тільки фахівців, а й усіх зацікавлених представників різних професій, соціальних груп, прошарків населення, а також належного науково-теоретичного та навчально методичного забезпечення цього процесу, постійного оновлення дидактичних розробок, що в свою чергу розкриває перспективи подальших нових наукових досліджень цих питань, вивчення зарубіжного досвіду та розвитку української парадигми STEM-освіти, зорієнтованої на практичне застосування знань для розв'язання реальних соціальних, економічних і культурно-освітніх проблем.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Концепція Нової української школи. Ухвалено рішенням колегії МОНУ від 27 жовтня 2016 року. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/nova-ukrainska-shkola-compressed.pdf>
2. Концепція розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти), схвалена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 05 серпня 2020 року № 960-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/960-2020-%D1%80#Text>

3. Биков В. Ю. Сучасні завдання інформатизації освіти. Інформаційні технології і засоби навчання. 2010. № 1(15). URL: <https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/25/13/>
4. Віртуальний STEM-центр малої академії наук України. URL: <https://stemua.science/>
5. Гончарова Н. О. Професійна компетентність вчителя у системі навчання STEM. Наукові записки Малої академії наук України. 2015. №7. С.141–147.
6. Кириленко С. В., Кіян О. І. Поліфункціональний урок у системі STEM-освіти: теоретико-методологічні та методичні сегменти. Рідна школа. 2016. № 4. С. 50–54.
7. Кузьменко О. С. Сутність та напрямки розвитку STEM-освіти. Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти. Випуск 9 (III). К.: НПУ, 2016. С.188–190. URL: https://www.cuspu.edu.ua/images/download-files/naukovi-zapysky/maket_9_III_1.pdf
8. Лукичова Н. С. Страшенно цікавий STEM. Чи варто боятись? / Наталя Сергіївна Лукичова. Український проект «ЯКІСТЬ ОСВІТИ». 2020. URL: <http://yakistosviti.com.ua/uk/6-liutogo>
9. Мартинюк О. С. Інноваційні напрямки STEM-технологій у системі формування науково орієнтованої освіти. Неперервна освіта в модусах минулого, теперішнього, майбутнього : матеріали Всеукр. наук.- практ. конф. з міжнарод. участю (Луцьк, 24-26 травня 2018 р.) / уклад. В. О. Савош. Луцьк: Вежа-Друк, 2018. С. 112–114.
10. Патрикеева О. О., Горбенко С. Л., Лозова О. В., Василяшко І. П. Організація STEM-навчання у закладах освіти. Проблеми освіти: збірник наукових праць. ДНУ «Інститут модернізації змісту освіти». Вінниця: ТВОРИ, 2019. Вип. 91. С. 109–115.
11. Поліхун Н. І., Постова К. Г., Сліпучіна І. А., Онопченко Г. В., Онопченко О. В. Упровадження STEM-освіти в умовах інтеграції формальної і неформальної освіти обдарованих учнів: методичні рекомендації. Київ : Інститут обдарованої дитини НАПН України, 2019. 80 с. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/718661/>
12. Савченко І. М. Реалізація ідей STEM-освіти Національним центром «Мала академія наук України». Наукові записки Малої академії наук України. 2015. № 7. С. 148–157.
13. Пахомова І. М. STEM-освіта і технології доповненої реальності / Пахомова Ірина Миколаївна. Український проект «ЯКІСТЬ ОСВІТИ». 2020. URL: <http://yakistosviti.com.ua/uk/6-liutogo>
14. STEM-освіта. URL: <https://imzo.gov.ua/stem-osvita/>
15. STEM-освіта. Професійний розвиток педагога: збірник спецкурсів/ О. В. Коршунова, Н. І. Гущина, І. П. Василяшко, О. О. Патрикеева. К.: Видавничий дім «Освіта», 2018. 80 с.

16. STEM-освіта: стан впровадження та перспективи розвитку: матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції, 9-10 листопада 2017 року, Київ. К.: ДНУ «Інститут модернізації змісту освіти», 2017. 160 с.

Стаття надійшла до редакції 14.04.2021

Inna Dutchak. STEM-oriented approach to learning as educational innovation XXI century.

The fundamental difference between the STEM-oriented approach to learning from traditional educational models in focusing on everyday life, real problems. This approach involves, on the one hand, ensuring the integrated formation of scientific and practical knowledge through the acquisition of authentic practical experience (personal aspect), and on the other – preparing students for further study (lifelong learning) and employment in accordance with the requirements of XXI century (social aspect). The leading idea of STEM-oriented approach to learning is the design of subjects, disciplines, courses on an interdisciplinary basis (integrated learning, according to certain topics, not individual disciplines), which allows to comprehensively form key professional and socio-personal competencies of youth. Such an integrated approach is natural and appropriate when solving a real problem. A chain of logical questions is built: «What is it?», «How to deal with it?», «How and what to improve?», «How to present it clearly?», during the answer to which there is a combination of scientific method, technology, design and mathematics on the principle of interdisciplinary. Depending on the ultimate goal of learning, the appropriate option of interdisciplinary integration is chosen, taking into account that from the point of view of philosophical principles STEM-oriented approach to learning is a methodological unity of natural, technical and social sciences, which is manifested in the application of common mathematical apparatus, communication technologies, modeling and interdisciplinary interaction, as well as the use of the latest educational technologies: cognitive, social and knowledge transfer.

Key words: *STEM-education, STEM-oriented approach to learning, interdisciplinarity, competence.*

REFERENCES

1. Koncepciya Novoyi ukrayins`koyi shkoly`. Uxvaleno rishennyam kolegiyi MONU vid 27 zhovtnya 2016 roku. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/nova-ukrainska-shkola-compressed.pdf> [in Ukrainian].
2. Koncepciya rozvy`tku pry`rodny`cho-matematy`chnoyi osvity` (STEM-osvity`), sxvalena rozporядzhennyam Kabinetu Ministriv Ukrayiny` vid 05 serpnya 2020 roku # 960-r. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/960-2020-%D1%80#Text> [in Ukrainian].
3. By`kov V. Yu. Suchasni zavdannya informaty`zacyi osvity` / V. Yu. By`kov. Informacijni tehnologiyi i zasoby` navchannya. 2010. # 1(15). URL: <https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/25/13/> [in Ukrainian].

4. Virtual`ny`j STEM-centr maloyi akademiyi nauk Ukrayiny`. URL: <https://stemua.science/> [in Ukrainian].
5. Goncharova N. O. Profesijna kompetentnist` vchy`telya u sy`stemi navchannya STEM. Naukovi zapy`sky` Maloyi akademiyi nauk Ukrayiny`. 2015. #7. S. 141–147. [in Ukrainian].
6. Ky`ry`lenko S. Kiyan O. Polifunkcional`ny`j urok u sy`stemi STEM-osvity`: teorety`ko-metodologichni ta metody`chni segmenty`. Ridna shkola. 2016. # 4. S. 50–54. [in Ukrainian].
7. Kuz`menko O. S. Sutnist` ta napryamky` rozvy`tku STEM-osvity`. Naukovi zapy`sky`. Seriya: Problemy` metody`ky` fizy`ko-matematy`chnoyi i texnologichnoyi osvity`. Vy`pusk 9 (III). K.: NPU, 2016. S. 188–190. URL: https://www.cuspu.edu.ua/images/download-files/naukovi-zapysky/maket_9_III_1.pdf [in Ukrainian].
8. Luky`chova N. S. Strashenno cikavy`j STEM. Chy` varto boyaty`s`? / Natalya Sergiyivna Luky`chova. Ukrayins`ky`j proekt «YaKIST` OSVITY`». 2020. URL: <http://yakistosviti.com.ua/uk/6-liutogo> [in Ukrainian].
9. Marty`nyuk O. S. Innovacijni napryamky` STEM-texnologij u sy`stemi formuvannya naukovo oriyentovanoyi osvity`. Neperervna osvita v modusax my`nulogo, teperishn`ogo, majbutn`ogo : materialy` Vseukr. nauk.- prakt. konf. z mizhnarod. uchastyu (Lucz`k, 24-26 travnya 2018 r.) / uklad. V. O. Savosh. Lucz`k : Vezha-Druk, 2018. S. 112–114. [in Ukrainian].
10. Patry`keyeva O. O., Gorbenko S. L., Lozova O. V., Vasy`lashko I. P. Organizaciya STEM-navchannya u zakladax osvity`. Problemy` osvity`: zbirny`k naukovy`x pracz`. DNU «Insty`tut modernizaciyi zmistu osvity`». Vinny`cya: TVORY`, 2019. Vy`p. 91. S. 109–115. [in Ukrainian].
11. Polixun N. I., Postova K. G., Slipuxina I. A., Onopchenko G. V., Onopchenko O. V. Uprovadzhennya STEM-osvity` v umovax integraciyi formal`noyi i neformal`noyi osvity` obdarovany`x uchniv: metody`chni rekomendaciyi. Ky`yiv : Insty`tut obdarovanoyi dy`ty`ny` NAPN Ukrayiny`, 2019. 80 s. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/718661/> [in Ukrainian].
12. Savchenko I. M. Realizaciya idej STEM-osvity` Nacional`ny`m centrom «Mala akademiya nauk Ukrayiny`» / Savchenko I. M. Naukovi zapy`sky` Maloyi akademiyi nauk Ukrayiny`. 2015. # 7. S. 148–157. [in Ukrainian].
13. Paxomova I. M. STEM-osvita i texnologiyi dopovnenoyi real`nosti / Paxomova Iry`na My`kolayivna. Ukrayins`ky`j proekt «YaKIST` OSVITY`». 2020. URL: <http://yakistosviti.com.ua/uk/6-liutogo> [in Ukrainian].
14. STEM-osvita. URL: <https://imzo.gov.ua/stem-osvita/> [in Ukrainian].
15. STEM-osvita. Profesijny`j rozvy`tok pedagoga: zbirny`k speczkursiv/ O. V. Korshunova, N. I. Gushhy`na, I. P. Vasy`lashko, O. O. Patry`kyeva. K.: Vy`davny`chy`j dim «Osvita», 2018. 80 s. [in Ukrainian].
16. STEM-osvita: stan vprovadzhennya ta perspekty`vy` rozvy`tku: materialy` III Mizhnarodnoyi naukovo-prakty`chnoyi konferenciyi, 9-10 ly`stopada 2017 roku, Ky`yiv. K. : DNU «Insty`tut modernizaciyi zmistu osvity`», 2017. 160 s. [in Ukrainian].