

УДК 37:001]:004

Гриневич Лілія Михайлівна

кандидат педагогічних наук, доцент, проректор з науково-педагогічної та міжнародної діяльності
Київський університет імені Бориса Грінченка, м. Київ, Україна
l.hrynevych@kubg.edu.ua

Морзе Наталія Вікторівна

доктор педагогічних наук, член-кореспондент НАПН України, професорка, професорка кафедри
комп'ютерних наук і математики факультету інформаційних технологій та управління
Київський університет імені Бориса Грінченка, м. Київ, Україна
ORCID ID 0000-0003-3477-9254
n.morze@kubg.edu.ua

Бойко Марія Анатоліївна

кандидат педагогічних наук, старша викладачка кафедри комп'ютерних наук і математики факультету
інформаційних технологій та управління
Київський університет імені Бориса Грінченка, м. Київ, Україна
ORCID ID 0000-0003-0293-5670
m.gladun@kubg.edu.ua

НАУКОВА ОСВІТА ЯК ОСНОВА ФОРМУВАННЯ ІННОВАЦІЙНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ В УМОВАХ ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ СУСПІЛЬСТВА

Анотація. У статті обґрунтовано поняття та необхідність упровадження наукової освіти в середній школі за умов цифрової трансформації освіти, представлено огляд інноваційних педагогічних технологій, які можуть ефективно застосовуватися для поширення наукового мислення на ширший перелік навчальних предметів і формування STEAM та інноваційної компетентностей як ключових компетентностей учнів. Авторами досліджено теоретичні основи поняття наукової освіти. Подано перелік знань, навичок та діяльностей, які входять до STEAM та інноваційної компетентностей. Доведено, що для їх формування доцільно цілеспрямовано використовувати в освітньому процесі метод навчальних проєктів, проблемне навчання та дослідницько-пізнавальний метод. У статті описано особливості цих інноваційних педагогічних технологій при впровадженні наукової освіти в середніх школах на основі використання сучасних цифрових технологій та інструментів. Авторами досліджено рівень обізнаності з такими технологіями та практику їх застосування серед українських учителів. До дослідження було долучено вчителів та майбутніх учителів п'яти українських університетів, що є партнерами Київського університету імені Бориса Грінченка за проєктом МоРЕД («Модернізація педагогічної вищої освіти з використання інноваційних інструментів викладання МОРЕД» – №586098-EPP-1-2017-1-UA-EPPKA2-SVNE-JP) задля виявлення потреб у вивченні сучасних освітніх трендів та відповідних для їх забезпечення інноваційних педагогічних технологій та цифрових інструментів. У статті представлені результати, які демонструють рівень зацікавленості вчителів та майбутніх учителів в оволодінні цифровими інструментами, описані групи інструментів для розвитку наукової освіти: створення в учнів позитивної мотивації, стимулювання їх до творчості, формування нестандартного творчого та креативного мислення, до пізнання навколишнього світу, до проведення експериментів, пошуку нових методів вирішення проблемних ситуацій. На основі дослідження визначено напрями підвищення кваліфікації вчителів для розвитку наукової освіти та формування інноваційної та STEAM-компетентностей в умовах цифрової трансформації суспільства.

Ключові слова: наукова освіта; інноваційна компетентність; STEAM-компетентність; метод навчальних проєктів; проблемне навчання; дослідницько-пізнавальний метод; цифрові інструменти та сервіси.

1. ВСТУП

Постановка проблеми. Перед системою шкільної освіти в Україні й у світі стоять нові завдання. Спільнота готує дітей до непередбачуваного майбутнього. З одного боку це майбутнє відзначається бурхливим розвитком інформаційних технологій – від їх безпосереднього щоденного побутового вжитку до штучного інтелекту високого рівня. З іншого боку – глобальними загрозами і викликами – такими, як зміни клімату, надмірне і невинуватене споживання, забруднення навколишнього середовища, і, як показує зовсім нещодавній досвід людства, з COVID-19, нові захворювання.

У цих умовах зростає значення формування в громадян критичного і наукового мислення, здатності до інноваційного вирішення різноманітних проблем та узгоджених дій. А цифрова трансформація освіти, яка набуває особливо бурхливого розвитку, зокрема внаслідок необхідності перевести освітній процес в дистанційну форму навчання під час тривалої пандемії, вимагає створення і ефективного використання відповідних освітніх електронних ресурсів, інструментів і сервісів та підвищення рівня цифрової компетентності учнів, учителів, організаторів освіти та батьків.

Сьогодні володіння цифровими компетентностями є обов'язковим для досягнення успіху в цифровому суспільстві. Більшість сучасних професій у наш час передбачає вміння не лише комунікувати та співпрацювати за допомогою гаджетів, а й опрацьовувати великі масиви даних, критично оцінювати інформацію, яка знаходиться в інтернеті та інших медіа, розуміти потреби кібербезпеки, уміти програмувати та керувати «розумними речами». Існує велика ймовірність того, що вже за 5 років суспільство буде мати гостру проблему дефіциту кадрів, які володітимуть необхідними професійними компетентностями, зокрема цифровими. Для розвитку наукової освіти в цифровому суспільстві також важливими є сформовані цифрові компетентності як дослідників так і вчителів та учнів, для здійснення ефективної наукової комунікації, співпраці, використання цифрових інструментів та сервісів, віртуальних лабораторій, доповненої та віртуальної реальності, штучного інтелекту, роботів при організації та проведення дослідницько-пізнавального процесу.

Проведені Міністерством цифрової трансформації України [1] опитування свідчать про важливість дослідження шляхів здійснення цифрової трансформації освіти. Так 37,9% українців у віці 18 – 70 років мають цифрові навички на рівні нижче середнього, ще 15,1% взагалі не володіють ними. Отже, 53% населення України за методологією оцінки цифрових навичок, яка застосовується Європейською комісією, знаходяться нижче позначки «середній рівень».

Процес цифрової трансформації середньої освіти першочергово передбачає трансформацію процесу та методів навчання, новий рівень співпраці із всіма учасниками освітнього процесу для прийняття швидких та ефективних управлінських рішень на основі технологій Big Data та розширені можливості для задоволення освітніх потреб учнів з впровадженням технологій адаптивного навчання. Всі ці процеси потребують розуміння шляхів використання цифрових технологій і сервісів при врахуванні сучасних технотрендів та трендів розвитку цифрових технологій [2], [3].

Кращий міжнародний досвід провідних освітніх систем свідчить, що такі завдання вирішують через зростання ролі наукової освіти і застосування новітніх освітніх технологій, зокрема цифрових.

Особливої актуальності набувають прогнози Європейської комісії щодо обов'язковості наукової освіти для кожного в процесі навчання впродовж життя, починаючи з дошкілля, школи і до університету та освіти дорослих. У звіті Європейської комісії «Наукова освіта для відповідального громадянства» підкреслюється, що у світі, де

все взаємопов'язане, у світі, в якому зростає конкуренція, а технології та дослідження стрімко розвиваються, усі громадяни мають мати краще розуміння цих процесів [2]. Саме тоді вони будуть здатними приймати відповідальні рішення, спираючись на наукові дані, та брати активну участь у інноваціях, базованих на знаннях.

Реформа «Нова українська школа» передбачає формування інноваційності як ключової компетентності в учнів упродовж здобуття загальної середньої освіти [5]. Саме підходи наукової освіти, зокрема STEAM-освіти, можуть стати основою для формування інноваційної компетентності. Особливо ефективними в цьому контексті є методики на основі застосування інформаційних освітніх, зокрема цифрових, технологій. Упровадження інноваційної компетентності вимагає уточнення її сутності, систематизації новітніх освітніх технологій наукової освіти, які можуть бути застосовані у навчально-виховному процесі, забезпечення навчання вчителів та їх доступу до відповідних цифрових ресурсів в умовах цифрової трансформації освіти.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Філософські підходи у формуванні наукової освіти в Україні висвітлювали науковці Б.С. Гершунський, В.В. Краєвський, А.А. Вербицький та ін. Педагогічні і психологічні аспекти досліджені в працях М.О. Голубевої, С.Ф. Клепко, С.О. Семерікова, В.М. Симонова та ін. Міжнародний та вітчизняний досвід впровадження наукової освіти в навчально-виховний процес досліджували С.О. Довгий, С.М. Бабійчук, М.С. Гальченко, Ю.В. Гоцуляк, Н.І. Поліхун, І. А. Сліпухіна, І.С. Чернецький.

Аналіз науково-педагогічної літератури показав, що поняття «наукова освіта» в Україні до цього часу не мало загальновизнаного тлумачення. Частина авторів наукову освіту визначає як рівень професійної освіти, яка готує до наукової діяльності [6].

Інші автори основною рисою наукової освіти вважають роль учня в позиції дослідника, який самостійно ставить питання і розв'язує проблеми. «Наукова освіта – це освітня модель, що містить педагогічні концепції, освітні технології, методи навчання, предметні методики, які ґрунтуються на принципі самостійного здобування учнем знань, що виражаються у практичній, дослідницькій та проєктній діяльності» [7].

З іншої точки зору, «наукова освіта – це педагогічний концепт, метою якого є популяризація та вивчення науки серед учнів» [8].

Деякі автори позиціонують наукову освіту як «спеціалізовану освіту». У Законі «Про освіту» визначено, що «освіта наукового спрямування - це вид спеціалізованої освіти, що базується на дослідно-орієнтованому навчанні, спрямований на поглиблене вивчення профільних предметів та набуття компетентностей, необхідних для подальшої дослідно-експериментальної, конструкторської, винахідницької діяльності» [5]. Така освіта здобувається у спеціалізованих навчальних закладах, а отже спрямована на окремі цільові групи учнів.

Розвивається наукова освіта і в системі позашкілля. Зокрема в Україні її центром є Мала академія наук, яка відповідно до Закону України «Про наукову і науково-технічну діяльність», «організовує та забезпечує участь учнівської молоді у дослідницько-експериментальній, науковій, конструкторській, винахідницькій та пошуковій діяльності, сприяє формуванню інтелектуального капіталу нації, вихованню майбутньої наукової зміни» [5].

Огляд зарубіжних джерел свідчить про розуміння сутності наукової освіти в значно ширшому контексті, який об'єднує в собі всі вищезазначені інтерпретації наукової освіти [9]. Узагальнення ідей, ролі і напрямків розвитку наукової освіти представлено у Звіті до Європейської комісії «Наукова освіта для відповідального громадянства», де водночас розглядається шість цілей розвитку наукової освіти [2]:

1. «Наукова освіта повинна бути важливою складовою навчання впродовж життя для всіх - від дошкілля до активного залученого громадянства». А це означає, що її не варто розглядати як можливість тільки для певних обраних груп.

2. «Наукова освіта повинна зосереджуватись на компетентностях з акцентом на навчанні через науку та переході від STEM до STEAM шляхом зв'язку науки з іншими предметами та дисциплінами». Отже підходи наукової освіти мають пронизувати не тільки природничо-математичні предмети, а й гуманітарні.

3. Необхідно удосконалювати якість викладання, педагогічну інтернатуру, університетську підготовку вчителів та професійне підвищення кваліфікації для покращення результатів навчання. Науковій освіті притаманні інноваційні методики та технології, які постійно оновлюються, зокрема завдяки розвитку цифрових освітніх ресурсів і вони мають бути доступними для всіх учителів.

4. «Має стати тіснішою співпраця між формальними, неформальними та інформальними надавачами освітніх послуг, освітніми організаціями, підприємствами та громадянським суспільством задля забезпечення відповідного та змістовного залучення всіх суб'єктів суспільства до науки, піднесення рівня наукових досліджень та зростання можливостей наукової кар'єри, працевлаштування та конкурентоспроможності». У час гострих глобальних викликів країни потребують все більше освічених людей та науковців, які здатні розв'язувати складні наукові проблеми.

5. «Більше уваги слід приділяти просуванню відповідальних досліджень та інновацій та покращенню розуміння громадськістю наукових висновків та можливостей обговорення їх переваг та наслідків». Отже, необхідно розвивати наукове мислення у більшості для відповідального усвідомлення різних явищ і процесів та проектування інноваційних рішень.

6. «Слід наголосити на поєднанні інноваційної стратегії та стратегії наукової освіти на місцевому, регіональному, національному, європейському та міжнародному рівнях, враховуючи суспільні потреби та глобальний розвиток». Таким чином, наукова освіта має стати невід'ємною частиною освітнього процесу, оскільки саме вона створює передумови для розробки і впровадження інновацій.

Отже, наскрізною ідеєю наукової освіти є формування наукового стилю мислення, яке, своєю чергою, є підґрунтям здатності людини до інноваційності.

Концепція Нової української школи особливий наголос ставить на необхідність підготовки активних, відповідальних громадян, які здатні критично мислити, творчо розв'язувати складні проблеми, виробляти і застосовувати інноваційні рішення [10]. Ці здатності можна сформувати через набуття відповідних компетентностей. Відповідно до Закону «Про освіту» серед переліку ключових компетентностей, які мають формуватися впродовж здобуття загальної середньої освіти, визначено, зокрема [5]:

«компетентності у галузі природничих наук, техніки і технологій, що передбачають формування допитливості, прагнення шукати і пропонувати нові ідеї, самостійно чи в групі спостерігати та досліджувати, формулювати припущення і робити висновки на основі проведених дослідів, пізнавати себе і навколишній світ шляхом спостереження та дослідження»;

та «інноваційність, що передбачає відкритість до нових ідей, ініціювання змін у близькому середовищі (клас, школа, громада тощо), формування знань, умінь, ставлень, що є основою компетентнісного підходу, забезпечують подальшу здатність успішно навчатися, провадити професійну діяльність, відчувати себе частиною спільноти і брати участь у справах громади».

Дослідженням питання формування інноваційної компетентності в Україні займалися науковці І.І. Ковальчук, Л.О. Петриченко, С.П. Загородній, Н.С. Калюжка, О. Б. Проценко, С. А. Юрочко та інші.

Зокрема, І. Коновальчук зазначає: «Як особистісне новоутворення інноваційна компетентність є результатом синтезу базової готовності до інноваційної діяльності й суб'єктного досвіду її здійснення» [11].

Недостатньо дослідженим є питання впливу сучасних освітніх трендів, потреб суспільства на формування інноваційної компетентності (як учнів так і вчителів), шляхом впровадження сучасних методів наукової освіти та використанням цифрових ресурсів, віртуальних лабораторій, засобів доповненої та віртуальної реальності та електронних дослідницьких середовищ.

Метою даної статті є аналіз потреб майбутніх вчителів та вчителів щодо розуміння необхідності ознайомлення з сучасними трендами освіти, пов'язаними з науковою, зокрема STEAM-освітою, та формуванням інноваційної компетентності та STEAM-компетентності, уточнення сутності інноваційної компетентності та визначення шляхів її формування у вчителів та учнів на основі сучасних методів наукової освіти та цифрових інструментів та сервісів, та визначення шляхів підвищення кваліфікації вчителів у галузі наукової освіти.

2. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ

Ми розглядаємо наукову освіту як освітній процес, який має сприяти формуванню в людини наукового стилю мислення, зокрема здатності приймати рішення на основі критичного аналізу даних, розв'язувати комплексні проблеми, створювати інноваційні розв'язки, творити і виявляти ініціативу, розуміти сутність глобальних і локальних викликів, відповідально взаємодіяти з навколишнім середовищем і в громаді, усвідомлювати соціальну взаємозалежність. Формування наукового мислення відбувається за допомогою освоєння наукових методів і досвіду людства для самореалізації і творчого розвитку особистості та задоволення потреб суспільства. У сучасних умовах цифрової трансформації суспільства формування наукового мислення вимагає володіння STEAM та інноваційної компетентностей, які охоплюють і цифрову компетентність.

Європейська комісія, зокрема, наголошує, що наукова освіта покликана сприяти формуванню наукового мислення для відповідального вироблення рішень; наданню громадянам впевненості і вмінь для активної участі в складному технологічному світі; формуванню компетентностей для вирішення складних проблем та інновацій для соціального і професійного відповідального життя, що сприяє солідарності, а ще заохочує до кар'єри у сфері науки та інших інноваційних професій [12].

Традиційно наукова освіта реалізовувалась через STEM-освіту, яку визначають як викладання та навчання в галузях природничих наук (Science), технологій (Technology), техніки (Engineering) і математики (Mathematics). Зазвичай вона охоплює освітню діяльність на всіх рівнях - від дошкілля до докторантури - як у системі формальної, так і неформальної освіти [13]. Проте трендом наукової освіти є перехід від STEM до STEAM-освіти через поєднання разом з іншими навчальними предметами (STEM + Art = STEAM) з метою застосування наукових принципів для вирішення суспільних проблем та для розвитку творчості й інноваційності інтердисциплінарно.

Найбільшим викликом у впровадженні цих підходів є підготовка вчителів на всіх рівнях: від вищої педагогічної освіти, педагогічної інтернатури і системи підвищення кваліфікації педагогів. Адже в добу цифрової трансформації стають більш доступними

та ефективними освітні технології, спрямовані на формування належного рівня природничо-наукової грамотності.

В Україні, за результатами PISA-2018, 26,4% дітей не досягають навіть базового рівня з природничо-наукової грамотності. 36% не досягають базового рівня з математичної грамотності. Базового рівня з читання з розумінням не досягають майже 29,5%. І ці результати значно нижчі за середнє по країнах ОЕСР [14].

Разом з тим міжнародні дослідження підтверджують взаємозв'язок між навчальними досягненнями учнів і рівнем кваліфікації їх учителів та можливостями доступу до сучасних освітніх технологій [15].

Одним з перших, хто здійснив дослідження інноваційної компетентності, було міністерство освіти Данії, спираючись на роботу, розпочату в рамках ОЕСР [16]. У датському дослідженні до списку компетентностей додана одна ключова компетентність - «творча та інноваційна компетентність». Слід зазначити, що творчість визначається як індивідуальна характеристика. У дослідницькій літературі зазначаються різні характеристики творчих особистостей, як, наприклад, здатність формулювати нові проблеми, здатність передавати знання в різних контекстах і здатність зосереджувати увагу на конкретних цілях. Однак новітні дослідження підкреслюють, що творчість це не лише індивідуальна характеристика особистості, творчість розглядається як взаємодія особистості (зі своїми специфічними можливостями та потребами), сфери знань та навичок, у межах якої людина працює, та соціальним середовищем (суспільні норми, критерії, винагороди). Творчість реалізується лише тоді, коли людина робить нову роботу в певній галузі і суспільство оцінює цей винахід. На відміну від творчості, концепція інновацій зароджується в розвитку технологій. Концептуальна основа аналізу інновацій найчастіше береться з економіки чи бізнес-досліджень, а інновації розглядаються як організаційна діяльність, а не індивідуальна якість. Поняття творчості та інновацій вказують на щось нове; продукти, плани, знання, які чітко відрізняють себе від того, що вже існує.

Інноваційна компетентність визначається в стандартах НУШ (початкова і базова), зокрема Держстандарти початкової освіти (підпункт 5 пункту 7) [17], як «інноваційність, що передбачає відкритість до нових ідей, ініціювання змін у близькому середовищі (клас, школа, громада тощо)», та у проєкті Держстандарту базової освіти (підпункт 6 пункту 6) [18], як «інноваційність, що передбачає здатність особи реагувати на зміни та долати труднощі, відкритість до нових ідей, ініціювання змін у близькому середовищі (клас, заклад освіти, родина, громада тощо), спроможність визначати й ставити перед собою цілі, мотивувати себе та розвивати в собі стійкість і впевненість, щоб навчатися впродовж усього життя та досягати успіхів».

Важливість інновацій як для бізнесу, так і для академічного світу, зумовила появу досліджень, пов'язаних з вимірюванням здатності людей до інновацій. Зокрема дослідники проєкту FINCODA пропонують розглядати інноваційну компетентність як сукупність 5 основних складових напрямків і оцінювати людину по кожній з цих властивостей: ініціативність, креативність, критичне мислення, співробітництво та робота в команді [19].

Дослідники розглядають такі 12 складових інноваційної компетентності (рис. 1) [20]: толерантність до ризиків, взаємозалежна поведінка, вирішення проблем, інтегроване мислення, комунікаційні навички (слухання та постановка запитань), навички спостереження, експериментування, встановлення контактів, прийняття рішень, планування виконання, ентузіазм та задоволення.



Рис. 1 Складові інноваційної компетентності [20]

Деякі із зазначених складових можна зарахувати до підприємливості.

Відповідно до Закону «Про освіту» серед переліку ключових компетентностей, які мають формуватися впродовж здобуття загальної середньої освіти, визначено, зокрема [5]: підприємливість та фінансову грамотність, які в Державному стандарті базової середньої освіти означаються як такі, «що передбачають ініціативність, спроможність використовувати можливості та реалізовувати ідеї, перетворюючи їх на цінності для інших, вміння вирішувати проблеми, готовність брати відповідальність за власні рішення, здатність працювати в команді заради планування та здійснення проєктів, які мають культурну, суспільну або комерційну цінність» [18].

«Підприємливість – це коли Ви користуєтесь можливостями та ідеями і втілюєте їх у цінність для інших. Створена таким чином цінність може бути фінансовою, культурною або соціальною» [21]. Концептуальна її модель - EntreComp – «складається з двох основних вимірів: 3 сфери компетентностей, які безпосередньо відображають визначення підприємливості як здатності втілювати ідеї в дії, що генерують цінність для інших, а не для себе; та 15 компетентностей, які разом є компонентами підприємливості як компетентності для всіх громадян» (Рис. 2) [22].

На нашу думку, підприємливість є складовою як інноваційної, так і STEAM-компетентностей, в основу якої, своєю чергою, покладено STEM-компетентність. До складових STEM-компетентності слід зарахувати математичну компетентність, компетентність в природничих науках і технологіях, частково інформаційно-цифрову компетентність та екологічну грамотність. Відповідно рекомендацій Європейської комісії з питання розвитку наукової освіти доцільно перейти від формування STEM-компетентності до STEAM, а це означає, що її можна розглядати як сукупність усіх складових, що входять до STEM-компетентності, та додатково ще: спілкування іноземними мовами, культурну (обізнаність та здатність до самовираження в сфері культури) та соціальну компетентності (Рис.3).

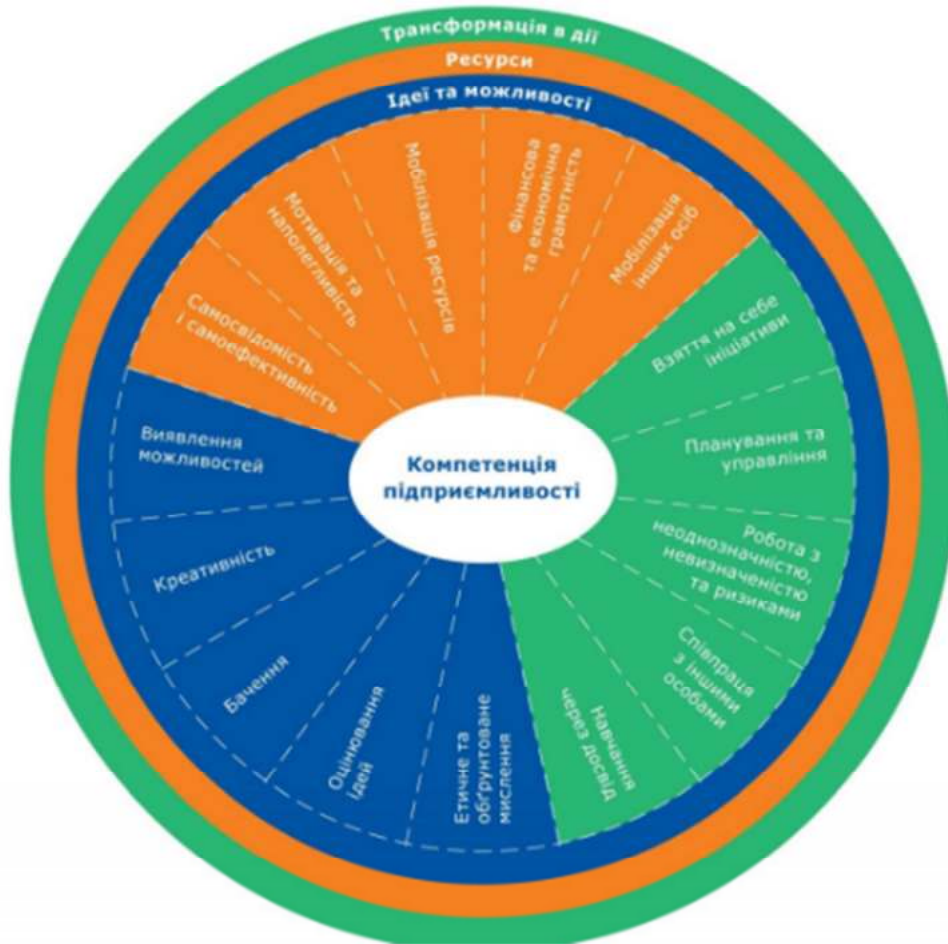


Рис. 2. Підприємництво як компетентність [22]



Рис. 3. Складові STEAM-компетентності

Компетентність володіння іноземними мовами дуже важлива для розвитку STEAM-компетентності, особливо з точки зору використання відкритих електронних ресурсів, які подаються в інтернеті іноземними мовами та доступні у відкритому просторі для учнів і вчителів України, та ефективної комунікації та співпраці в глобальному світі. Тому її розвиток в освітян країни є найважливішим та може передбачати для успішності різні рівні, які формуватимуться поступово відповідно до готовності вчителів та їх внутрішньої та зовнішньої позитивної мотивації.

3. МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Для визначення поняття наукової освіти та складових інноваційної компетентності та розуміння шляхів її формування в учнів та вчителів використовувався комплекс теоретичних (аналіз і синтез українських та іноземних наукових, педагогічних, методичних джерел з питань наукової освіти) та емпіричних (анкетування вчителів закладів загальної середньої освіти та студентів ЗВО) методів, а також аналіз отриманих результатів. Анкетування проводилось у межах міжнародного проекту Erasmus + MoPED (Модернізація педагогічної вищої освіти з використання інноваційних інструментів викладання MoPED – №586098-EPP-1-2017-1-UA-EPPKA2-SVNE-JP). До участі в анкетуванні залучені студенти шести українських університетів-партнерів проекту MoPED та вчителі закладів загальної середньої освіти різних регіонів України, участь взяли 413 вчителів з різних регіонів України, зокрема з м. Києва, Київської, Івано-Франківської, Луганської, Одеської та Черкаської областей та 2055 студентів.

4. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Для визначення потреб майбутніх учителів та вчителів щодо розуміння необхідності ознайомлення з сучасними трендами освіти, пов'язаними з науковою та STEAM-освітою, та актуальності формування компетентностей, пов'язаних з інноваційною та STEAM-компетентністю, було проведено анкетування в кількох регіонах України. В анкетування взяли участь 2468 респондентів (учителів та майбутніх учителів), яким було запропоновано оцінити значущість освітніх трендів від 1 до 10 (1 – зовсім неважливо, 10 – дуже важливо) як факторів, які передбачають необхідність змін у системі освіти. Середній бал отриманих результатів для кожного тренду представлено на Рис. 4.

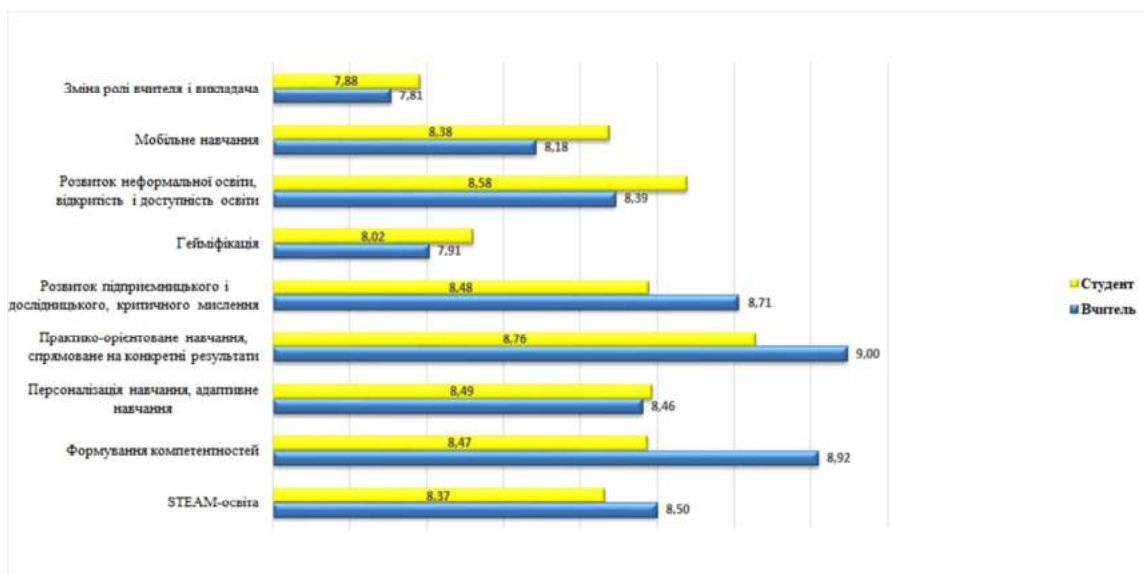


Рис. 4. Значущість освітніх трендів

Обираючи із запропонованих трендів, обидві групи респондентів виділяють найбільш значущими такі: «STEAM-освіта», «Формування компетентностей», «Практико орієнтоване навчання, спрямоване на конкретні результати», «Розвиток підприємницького і дослідницького, критичного мислення» (таблиця 1).

Таблиця 1

Результати опитування про найбільш значущі тренди

Освітні тренди	Вчитель	Студент
STEAM-освіта	→ 13,48	→ 11,37
Формування компетентностей	↑ 22,30	→ 13,38
Персоналізація навчання, адаптивне навчання	↓ 8,07	→ 10,67
Практико-орієнтоване навчання, спрямоване на конкретні результати	↑ 21,13	↑ 18,48
Розвиток підприємницького і дослідницького, критичного мислення	→ 10,65	→ 11,24
Гейміфікація	↓ 5,16	↓ 6,23
Розвиток неформальної освіти, відкритість і доступність освіти	↓ 6,91	→ 12,25
Мобільне навчання	↓ 7,65	→ 11,57
Зміна ролі вчителя і викладача	↓ 4,66	↓ 4,82

Вказані освітні тренди є підґрунтям для популяризації наукової освіти, використання інноваційних педагогічних технологій, які б сприяли формуванню інноваційної компетентності як в учнів, так і в учителів. Розглянемо зв'язок актуальних для вчителів та майбутніх учителів освітніх трендів з науковою освітою та інноваційною компетентністю.

STEM/STEAM-освіта - сучасне освітнє явище. Її мета полягає в розвитку високоорганізованого мислення та навчання учнів для ефективного застосування знань, отриманих у таких дисциплінах, як наука, технологія, інженерія, математика та мистецтво, шляхом навчання на основі проєктів та застосування дослідницько-пізнавального методу навчання. STEAM-освіта є одним з методів інтеграції навчальних дисциплін, чого і вимагають сучасні інновації. Основна відмінність STEM від STEAM полягає в тому, що STEM чітко зосереджується на наукових концепціях. STEAM досліджує ті ж самі поняття, але робить це шляхом дослідження та методів навчання на основі проблем, що використовуються у творчому процесі. Упровадження STEM підходу створює передумови для зацікавлення учнів у природничих та технічних дисциплінах. STEAM-освіта через практичні заняття демонструє учням використання наукових і технічних знань у реальному житті.

Успішне впровадження STEAM-освіти залежить від сформованості в учителів STEAM-компетентностей, які можна подати у вигляді відповідних навичок, знань та видів діяльності (таблиця 2), в основу розробки яких було покладено підходи вчених для опису STEM-компетентності [24].

Таблиця 2

Складові STEAM-компетентності

Навички	критичне мислення, розуміння прочитаного, активне слухання, аргументоване висловлювання власної думки, вирішення складних проблем (шляхом розбиття на менші і зрозуміліші), судження та прийняття рішень, письмо, здійснення моніторингу, активне навчання, управління часом, скоординована взаємодія, аналіз, математичні навички, соціальна сприйнятливість, створення інструктажу щодо оцінювання, проведення наукового дослідження, стратегії навчання, сприйняття та реалізація нових ідей, самовираження в сфері музичного, образотворчого та інших видів мистецтва
Знання	англійська мова, математика, комп'ютери та електроніка, техніка та технології, основи мистецтва, адміністрування та управління, самообслуговування, надання послуг, освіта та навчання
Діяльність	отримання інформації з різних джерел, прийняття рішень та вирішення проблем, використання комп'ютера, спілкування з керівниками, колегами та підлеглими, оновлення та використання відповідних знань, аналіз даних або інформації, ідентифікація об'єктів, процесів та подій, опрацювання інформації та даних, документування/запис та збереження інформації, організація, планування та визначення пріоритетності діяльності, творче мислення, встановлення та підтримка міжособистісних стосунків, оцінювання інформації для визначення відповідності стандартам, інтерпретація значення інформації для інших, моніторинг процесів, матеріалів чи оточення, спілкування з особами поза організацією, оцінювання кількісно оцінюваних характеристик продуктів, подій чи інформації, судження про якість речей, послуг чи людей, навчання та навчання інших, планування роботи та діяльності, розробка цілей та стратегій, координація роботи та діяльності інших, надання консультацій, розвиток та створення команд, огляд обладнання, споруд чи матеріалів, навчання та розробка, керівництво, мотивація членів команди, готовність брати відповідальність за власні рішення; здійснення проєктів, які мають культурну, суспільну або комерційну цінність; сприймання творів різних видів мистецтва і їх практичного опанування, аналіз та оцінювання досягнень національної та світової культури, орієнтування в культурному та духовному контексті сучасного суспільства, застосовувати методів самовиховання, орієнтованих на загальнолюдські цінності

До інноваційної компетентності дослідники Університету Центрального Мічигану зараховують такі складові [25]: творчість, підприємливість, передбачення та врахування перспектив, прогнозування, управління змінами (таблиця 3).

Таблиця 3

Складові інноваційної компетентності

Творчість	<p>Генерування ідей: створення різноманітних підходів до вирішення проблем</p> <p>Критичне мислення: логічне визначення сильних та слабких сторін різних можливих підходів вирішення проблеми</p> <p>Синтез/реорганізація: пошук кращого способу вирішення проблеми шляхом синтезу та реорганізації інформації</p> <p>Творче вирішення проблем: використання нових ідей для вирішення проблеми</p>
Підприємливість	<p>Виявлення проблеми: визначення фактичного характеру та причин виникнення проблеми та динаміки, що лежить в їх основі</p> <p>Пошук удосконалення: постійний пошук шляхів удосконалення організації процесів</p> <p>Збирання інформації: виявлення корисних інформаційних джерел, збирання та використання лише тієї інформації, яка є важливою для вирішення проблеми</p> <p>Незалежне мислення: мислення «поза скринькою», навіть якщо це іноді може суперечити популярній думці впливової людини</p> <p>Технологічна кмітливість: розуміння та використання технології для вдосконалення робочих процесів</p>
Передбачення та врахування перспектив	<p>Відкритість до ідей: готовність слухати пропозиції інших та спробувати нові ідеї</p> <p>Дослідницька орієнтація: спостереження за поведінкою інших людей, уважність та відкритість для ідей та рішень інших.</p> <p>Ознайомлення з людьми, друкованими матеріалами в суміжних галузях науки для знаходження інновацій, нововведень чи сучасних тенденцій у відповідній галузі</p> <p>Співпраця: співпраця з іншими та пошук думок інших людей для досягнення творчого результату</p> <p>Залучення до інтересів, пов'язаних з неробочою діяльністю: пошук інформації з інших сфер і сфер життя для знаходження нових підходів до вирішення проблеми</p>
Прогнозування	<p>Системне сприйняття: визнання важливих змін, які відбуваються в системі, або прогнозування часу їх змін</p> <p>Оцінювання довгострокових наслідків: розуміння того, що зміна системи веде до довгострокових змін</p> <p>Бачення: створення моделі ідеального робочого стану організації</p> <p>Управління майбутнім: оцінка майбутніх напрямків та ризиків на основі поточних та майбутніх сильних, слабких сторін, можливостей та загроз</p>

Управління змінами	Чутливість до ситуацій: оцінювання ситуаційних ознак, які просувають або гальмують ідею змін Виклик статусу квоту: готовність діяти всупереч традиційному підходу, коли традиція перешкоджає покращенню ефективності Інтелектуальне ризикування: готовність та здатність приймати за необхідності передбачені ризики Підсилення змін: заохочення підлеглих до створення інноваційних рішень, підтримка ініціативності та творчості в людях, сприяння інституціоналізації ініціатив змін
--------------------	--

Порівнюючи інноваційну та STEAM-компетентності, можна стверджувати, що кожна з них має і свої особливості, і багато спільного з іншими. Це означає, що для вирішення задач наукової освіти вчителі мають цілеспрямовано формувати в учнів першочергово зазначені компетентності.

Базовими методами їх формування є проблемне навчання, метод навчальних проєктів та дослідницько-пізнавальний метод. Досвід показує, що їх розумне поєднання приводить до бажаних результатів у розвитку наукової освіти.

Проблемне навчання (PBL - Problem Based Learning) - це метод навчання, у якому складні реальні проблеми використовуються як інструмент, що сприяє навчанню учнів поняттям та принципам, а не викладанню фактів та понять. Окрім змісту, PBL може сприяти розвитку навичок критичного мислення, здатності до розв'язування проблем та комунікативних навичок. Це також може забезпечити можливості для роботи в групах, пошук та оцінку дослідницьких матеріалів та навчання протягом усього життя [26].

Проблемний метод сприяє розвитку в учнів навиків вищого рівня, таких як вирішення проблем та критичне мислення, підбираючи інформацію з прикладами з власного життя та визначенням перспектив навчання [27].

Проектна діяльність учнів, що здійснюється при застосуванні методу навчальних проєктів (Project Based Learning) вимагає не лише вивчення об'єкта та предмета дослідження певної наукової галузі, але й вимагає вивчення суміжних галузей науки, що призведе до результатів метапізнання та інтегрованої навчальної діяльності. У цьому контексті найяскравішим прикладом реалізації міждисциплінарного підходу є навчальна методика STEAM, при здійсненні якої водночас технічні дисципліни підтримуються не лише гуманітарними, а й мають творчу складову. Особливістю STEAM-освіти є те, що проектна діяльність поєднує в собі як практичну роботу (ручну працю, творчість), так і наукові дослідження. Інтеграція дисциплін (природничих наук, загальнотехнічних та технологічних, навчання мистецтву та соціального значущих дисциплін) базується на проектній діяльності і може стати підґрунтям інноваційної діяльності в майбутньому.

Якщо метод проблемного навчання та метод навчальних проєктів часто використовується вчителями, то метод дослідницько-пізнавальний ще не став популярним. Метод дослідницько-пізнавального навчання, або метод, заснований на запиті (inquiry), в педагогічне наукове коло України входить не так давно, хоча тісно переплітається з проблемним навчанням. Термін дослідницько-пізнавального навчання (IBL- inquiry based learning) розглядають, як підхід, відповідно до якого учні вирішують проблеми, використовуючи навички дослідження. Навчаючись на основі IBL, учні залучаються до справжнього наукового процесу відкриття, а значить до наукової освіти.

Використовується термін *inquiry* (в сучасній англійській мові *inquiry* означає запит, дізнання) як дія за запитом на отримання деяких інформаційних даних.

Українською мовою inquiry точніше перекласти як запитування (російською - вопрошание). Тому варто говорити не про дослідницький, а про запитувальний підхід, що передбачає процес пізнання. Запитування (inquiry) - спосіб навчальної роботи, який розуміється як динамічний процес, що дозволяє дивуватися і перейматися, дізнаватися і розуміти світ. Це систематичне розслідування деякого питання, проблеми або походження деякого поняття. Воно пронизує всі аспекти нашого життя і має ключове значення в процесі формування/вироблення нового знання. Використання запитування в процесі вивчення природничих наук передбачає, що учні мають можливість відкрити, виявити для себе в процесі навчальної діяльності щось нове (зрозуміло, спочатку суб'єктивно нове), запропонувати пояснення досліджуваних явищ, формулювати поняття, перевіряти процес діяльності і оцінювати її результати на основі одержаних даних.

Саме тому вчені зараховують цей метод до наукових методів, які сприяють розвитку наукової освіти суспільства. Національні стандарти наукової освіти визначають запит як сукупність взаємопов'язаних процесів, за допомогою яких учні та учні ставлять питання про природний світ та досліджують явища; роблячи це, учні здобувають знання та розуміння понять, принципів, моделей та теорій [27].

IBL є освітньою стратегією, у якій учні дотримуються методів і практик, подібних до професійних учених, для побудови знань. Це можна визначити як процес виявлення нових зв'язків, учень формулює гіпотези та проводить їх тестування у формі експерименту та/або спостереження. Часто це розглядається як підхід до розв'язування проблем і передбачає використання декількох навичок розв'язування проблем [28]. Навчання, засноване на запиті, підкреслює активну участь та відповідальність учнів за здобуття нових знань [29]. У цьому процесі учні часто проводять саморегульований, частково індуктивний та частково дедуктивний процес навчання, проводячи експерименти з вивчення зв'язків принаймні для одного набору залежних та незалежних змінних. Слід додати, що при цьому те, що для учнів є новими знаннями, у більшості випадків не є новими знаннями світу, навіть якщо цей підхід може бути гнучко використаний ученими для здійснення своїх відкриттів нових знань.

У таблиці 4 відображено порівняння зазначених методів розвитку наукової освіти.

Таблиця 4

Порівняння методу проблемного навчання, методу проєктів та дослідницько-пізнавального методу

<i>Метод</i>	<i>Особливості</i>	<i>Спільні риси</i>
Метод навчальних проєктів	Часто мультидисциплінарне навчання Може бути тривалим (тижні чи місяць) Передбачає структуровану діяльність учнів (часто групову), яку доцільно оцінювати Включає створення продукту Часто містить реальні, цілком справжні завдання та налаштування	Зосереджується на відкритих запитаннях або завданнях Підтримується зміст навчальних програм та розвиток компетентностей
Проблемне навчання	Найчастіше пов'язаний з одним предметом Схильний бути коротшим Дотримується конкретних, традиційно визначених кроків «Продукт» може бути просто запропонованим рішенням, вираженим у письмовій формі або в усній презентації Найчастіше використовує тематичні приклади чи фіктивні сценарії, як «погані структуровані проблеми»	Формуються навички 21-го століття Підкреслюється незалежність учня та дослідження Триваліші і багатогранніші

Дослідницько-пізнавальне навчання	Залучення до «реальних» завдань Учитель представляє специфічну і складну проблему, і учні шукають та розробляють її розв'язання Має чіткі етапи Формулюється гіпотеза, яка в ході дослідження спростовується чи підтверджується Проводиться експеримент	ніж традиційні заняття або завдання
-----------------------------------	---	-------------------------------------

IBL - це конструктивістський підхід, у якому учні несуть відповідальність за своє навчання. Він починається з дослідження (exploration) відомих фактів та побудови запитань, що, своєю чергою, веде до більш глибокого дослідження (investigation) проблеми/ідеї та постановки нових запитань. Він передбачає запитання, збір та аналіз інформації, пошук розв'язків (generating solutions), прийняття рішень (making decisions), підтвердження отриманих висновків (justifying conclusions) та вживання заходів (taking actions).

З педагогічної точки зору складний науковий процес поділяється на менші, логічно пов'язані одиниці, які спрямовують учнів та привертають увагу до важливих особливостей наукового мислення. Ці окремі одиниці називають етапами дослідження, а їх взаємопов'язаний набір формує дослідницький цикл. Навчальна література описує різні етапи та цикли дослідження. Наприклад, модель 5E (рис. 5) дослідницького циклу, запропонована Р. Байбі, передбачає п'ять етапів дослідження: залучення (Engagement), дослідження (Exploration), пояснення (Explanation), розробка (Elaboration) та оцінка (Evaluation) [30]. Модель отримала назву 5E, оскільки назви всіх п'яти етапів дослідницького циклу англійською мовою починаються з літери E.

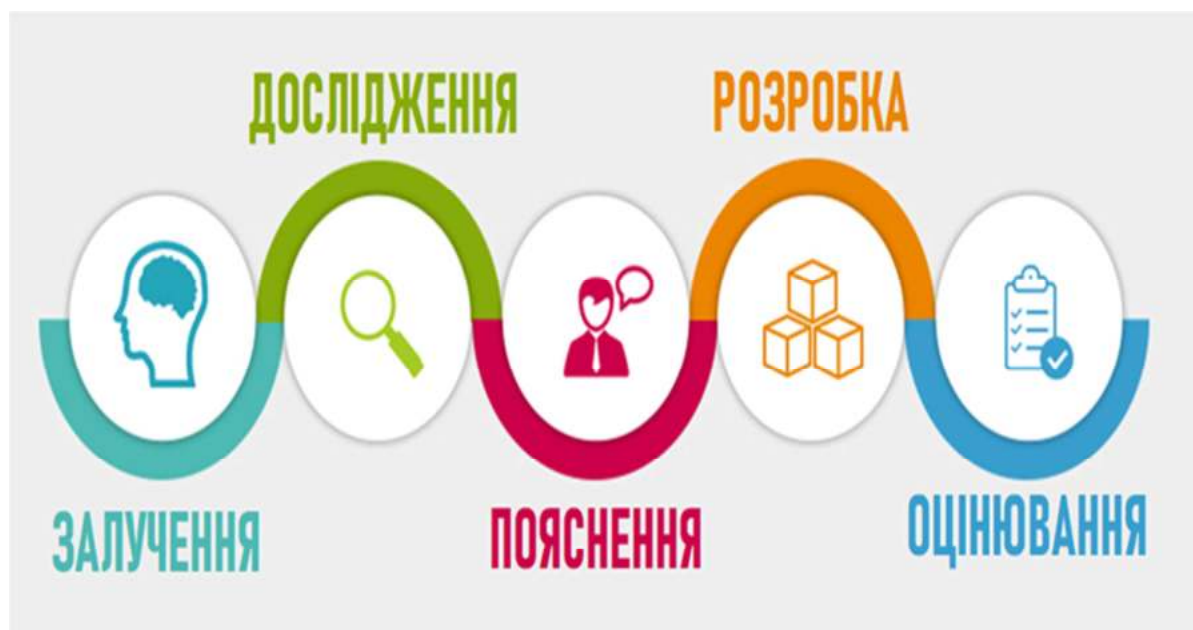


Рис 5. Модель 5E дослідницького циклу [30]

Запропонований Уайтом та Фредеріксоном дослідницький цикл також визначає п'ять етапів дослідження, але позначає їх як питання (Question), прогнозування (Predict), експеримент (Experiment), модель (Model) та застосування (Apply) [31]. Очевидним розмежуванням між цими прикладами є те, що початкові етапи циклу 5E (залучення та дослідження) передбачають початок дослідження з індуктивного (емпіричного/керованого даними) підходу, тоді як перші дві фази циклу дослідження

Уайта та Фредеріксена (питання та прогнозування) пропонують дедуктивний (теорія/гіпотеза) підхід. Однак як індукція, так і дедукція можуть співіснувати в циклі дослідження.

Авторами М. Педасте, К. Манолі та іншими було запропоновано цикл дослідження на основі широкого огляду циклів дослідження, що описуються в літературі. Модель дослідницького навчального циклу складається з наступних етапів: орієнтація (Orientation), концептуалізація (Conceptualization), дослідження (Investigation), обговорення (Discussion), висновки (Conclusion) [32].

Дослідницько-пізнавальний метод (метод, заснований на запиті) має стати найважливішим компонентом наукової програми на всіх рівнях і в усіх галузях науки.

При застосуванні всіх описаних методів навчання для забезпечення розвитку наукової освіти доречним є ефективне використання цифрових інструментів відповідно до основних видів діяльності, зазначених в описі STEAM- та інноваційної компетентностей. Це засвідчують результати проведеного опитування вчителів та викладачів: низька зацікавленість учителів у використанні цифрових інструментів для наукового пошуку, аналізу наукових робіт тощо (рис. 6).



Рис 6. Результати опитування щодо зацікавленості вчителів та викладачів цифровими інструментами

На основі проведеного опитування нами підготовлено опис цифрових інструментів для формування основних видів діяльності при запровадженні основних етапів дослідження (таблиця 5).

Таблиця 5

Цифрові інструменти для розвитку наукової освіти

Група цифрових інструментів, що забезпечують відповідну навчальну дослідницько-пізнавальну діяльність	Приклади цифрових інструментів для підтримки цієї навчальної діяльності
Інструменти для роботи в інтернеті	
Інструменти для організації спілкування електронною поштою	<i>Outlook, Gmail, ukr.net</i>
Інструменти для здійснення пошуку	<i>Google, Bing, Baidu, Yahoo!, DuckDuckGo</i>
Інструменти для скорочення URL-адреси	<i>Bit.ly, TinyURL, Is.gd, Branch.io, Ow.ly</i>
Інструменти для аудіо та відеозв'язку через інтернет	<i>Skype, Talky, WeChat, ooVoo, Google Hangouts</i>
Інструменти для онлайн перекладу	<i>translate.google, PROMT, context.reverso</i>
Інструменти для конвертації даних	<i>online-convert, docspal</i>
Інструменти для вимірювання пропускну здатності	<i>Cacti, Splunk, BandwidthD, Solarwinds Real</i>
Інструменти для проведення опитування через інтернет	<i>Kahoot, Socrative, Mentimeter, Google Forms</i>
Інструменти для безпечної роботи в інтернеті	<i>avast!, ClamAV, Kaspersky Virus Scanner, AdBlock</i>
Інструменти для роботи з онлайн документами	<i>GoogleDocs, MS Office 365</i>
Інструменти для роботи з хмарними сховищами даних	<i>GoogleDrive, 4Shared Free File Sharing, Dropbox</i>
Захоплення екрана та копіювання зображень з інтернету	<i>Lightshot, FastStone Capture, Snagit, Jing, KSnapshot</i>
Завантаження музичних джерел - база даних	<i>iMusic, Media Drug, Vuze, Frostwire</i>
Інструменти для відправлення великих файлів	<i>Egnyte, YouSendIt, Sharefile, Dropbox, WeTransfer</i>
Інструменти для створення вебсайту	<i>Wix, SiteBuilder.com, weebly, Logo Duda</i>
Створення та керування спільнотами	<i>WikiSpaces, Facebook, Trello, GitHub, Meetup, Google Drive, Google Analytics</i>
Публікування відео/фото	<i>Facebook, Twitter, Pinterest, Instagram</i>
Інструменти для роботи з електронними документами	
Інструменти для роботи в текстовими документами	<i>MS Word, Open Office, GoogleDocs</i>
Інструменти для роботи з електронними таблицями	<i>MS Excel, Open Office, GoogleDocs</i>

Інструменти для роботи з презентаціями	<i>MS PowerPoint, Sway, GoogleDocs, PowToon</i>
Інструменти для роботи з базами даних	<i>Workbench, Navicat, MS Access</i>
Інструменти для роботи з аудіо	
Створення та редагування аудіо	<i>Audacity, Aviary, Kisstunes, Vocaroo, Zamzar, iTunes: Making a Podcast, Podomatic, Skype, CallGraph, MP3 Skype Recorder</i>
Подкастинг	<i>iTunes*: Making a Podcast, Podomatic, Skype*, CallGraph*, MP3 Skype Recorder</i>
Голосові трансляції	<i>VoiceThread</i>
Інструменти для візуалізації даних	
Інструменти для створення концептуальних карт	<i>bubbl.us, Cacao, Exploratree, Mindmeister, Mindomo, Seeing Reason, Showing Evidence, Webspiration</i>
Малювання	<i>NGA Kids: BRUSHster, NGA Kids: Faces and Places, NGA Kids: Jungle, NGA Kids: SwatchBox,</i>
Створення графіки	<i>Aviary, NGA Kids: 3-D Twirler, NGA Kids: Collage Machine and Collage Machine II, NGA Kids: PaintBox and Wallovers, SumoPaint,</i>
Редагування зображень	<i>FotoFlexer, Picnik, Pixlr, Pixlr Express, SumoPaint</i>
Редагування відео (Vodcasting)	<i>Flickr, iTunes: Creating Video Podcasts, Motionbox, One True Media, School Tube, Vodcast Directory: Software, Zamzar</i>
Інструменти спільного письма	
Блоги	<i>Blogger, Edublogs, LiveJournal, WordPress</i>
Спільні документи	<i>Google Docs, j2e, ThinkFree, Zoho,</i>
Wikis	<i>Google Sites, PBworks, Wikispaces, Zoho Wiki</i>
Інструменти для організації роботи вчителя	
Ресурси для оцінювання	<i>Intel® Education Assessing Projects, QuizStar</i>
Календар	<i>Google Calendar, HiTask, Yahoo! Calendar, Zoho Calendar</i>
Інструменти для планування уроку	<i>Apple Learning Exchange, Intel® Education Designing Effective Projects, Intel® Education Thinking Tools</i>
Конспектування / список завдань	<i>MyNoteit, NoteStar, Yahoo! Notepad, Zoho</i>

	<i>Notebook</i>
Інструменти управління проектами	
Календарі	<i>Famundo, Google Calendar, HiTask, Yahoo! Calendar, Zoho Calendar</i>
Завдання та відстеження основних етапів	<i>Comindwork, MyNoteit, Teamwork Project Manager, Zoho Planner, Zoho Projects</i>
Списки справ, що потрібно зробити	<i>Famundo, MyNoteit, Remember the Milk, Ta-Da List, Google Keep</i>
Інструменти для створення електронних книг	<i>Pressbooks, Beacon, Google Docs, Zinepal, PublishXpress, Open Office, Adobe InDesign, Microsoft Word, Calibre, Scrivener</i>
Інструменти збирання даних та формувального оцінювання	
Форми та опитування	<i>Google Forms, Polldaddy, Poll Everywhere, SurveyMonkey</i>
Соціальне географічне картування	<i>Google Earth, OpenStreetMap: The Free Wiki World Map, UMapper, ZeeMaps</i>
Інструменти для дослідження та пошуку	
Інструменти для роботи у віртуальних лабораторіях	<i>golabz, olabs, e-Labs, VideoEasel, SRM web-suite, NanoWorld, OMNotebook, MathModelica, geogebra</i>
Інструменти для роботи у віддалених лабораторіях	<i>golabz, Riedel-Kruse Lab, Remote Farm, Cambridge Weblabs, LTFN, NanoWorld</i>
Інструменти Гугл	<i>Google Статистика пошуку, Google News, Google Trends, Google Public Data Explorer, Google Play</i>
Закладки	<i>Delicious, Digg, Diigo</i>
Файлообмінник	<i>4Shared Free File Sharing, Dropbox</i>
Фотообмінники	<i>Flickr, Picasa Web Album, SendPhotos</i>
Джерело цитувань	<i>BibMe, EasyBib, NoodleBib Express, NoodleBib MLA Starter</i>
Інструменти для роботи з мобільними пристроями для навчання	
Інструменти для підключення мобільних пристроїв	<i>SideSync</i>
Мобільні додатки	<i>Cool Reader, Futurio, Zoom, Математика для дітей, Вчимо і граємо, Слова зі слова</i>
Інструменти для спілкування та обміну повідомленнями	
Інструменти для спілкування в режимі онлайн	<i>Chatzy, Google Talk, Skype Chat, Yahoo! Messenger,</i>
Інструменти для спілкування засобами мобільних пристроїв	<i>Viber, Telegram, Messenger</i>

Інструменти для ведення мікроблогу	<i>Twiducate, Twitter</i>
Відео- та аудіоконференції	<i>Google Video (plug-in), Skype, Tokbox, Yahoo! Messenger</i>

Для залучення учнів як представників нового цифрового покоління в процес дослідження, створення в них позитивної мотивації, стимулювання їх до творчості, формування нестандартного творчого та креативного мислення, до пізнання навколишнього світу та допитливості, пошуку нових методів вирішення проблемних ситуацій доцільно використовувати спеціальні електронні освітні середовища, засновані на застосуванні дослідницько-пізнавального методу. При впровадженні STEAM-освіти це особливо важливо ще й через те, що сучасні дослідницько-пізнавальні електронні середовища, віртуальні лабораторії залучають дітей до наукової освіти цікавим для них процесом, який не залежить від матеріальної бази закладу освіти, і роблять такий процес доступним для всіх учнів.

Підбір інструментів та середовищ розробки для впровадження наукової освіти як одного зі способів формування інноваційної компетентності є дуже важливим. Не кожен учитель готовий до впровадження наукового методу через брак знань та невідповідність до використання інструментів та ресурсів. Використання сучасних технологій у навчальній діяльності вимагає від учителя не тільки високих професійних навичок, а й рішучості, новаторства та креативності.

Окрім середовищ для дослідницького навчання, важливими для формування інноваційної компетентності є ресурси та інструменти як для ознайомлення, так і для створення та просування власних ідей та стартапів (Топ ресурси для стартапів <https://ucucfe.lvbs.com.ua/top-15-resursiv-dlya-startapiv/>):

1. Trello (<https://trello.com>). Цей сервіс дає змогу керувати бізнес-процесами, організувати роботу команди в онлайн режимі. Ресурс дозволяє виставляти дедлайни, призначати завдання та контролювати стан кожного проекту.

2. Аналіз трендів (<https://trends.google.com>). Сервіс дозволяє знайомитися та створювати сучасні тенденції. Даний ресурс безкоштовний. Він дозволяє збирати актуальні теми пошуку в конкретних країнах та галузях.

3. Пошук інвесторів AngelList (<https://angel.co>) – платформа для стартапів, які хочуть залучити кошти інвесторів.

4. Kickstarter (<https://www.kickstarter.com/>) – краудфандинговий ресурс для користувачів, які мають ідею проекту та хочуть її реалізувати. Інвесторами є звичайні люди (бекери), які отримують можливість скористатися винаходом ще до того, як він з'явиться в продажу.

5. Product Hunt (<https://www.producthunt.com>) – ресурс для відкриття нових технологічних продуктів та інноваційних проектів.

Очевидно, що ключовими в процесі успішного розвитку наукової освіти є вчителі та учні. Дослідницько-пізнавальне навчання учнів, яке сприятиме інноваціям у країні та більш широкому впровадженню стартапів, залежить від підготовленості вчителів, які мають формувати в учнів інноваційну та STEAM-компетентності. Саме тому доцільно передбачити і в профілі вчителя, і в стандартах його підготовки, і системі підвищення кваліфікації завдання щодо формування цих компетентностей та цілеспрямоване навчання та підвищення кваліфікації з питань розвитку методів та технологій наукової освіти.

5. ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

У сучасних умовах розвитку суспільства, трансформації освіти та впровадження завдань НУШ в Україні зростає роль наукової освіти, яка має впроваджуватися цілеспрямовано у формальній, неформальній та інформальній освіті. Головними носіями методів наукової освіти є дослідники, які працюють з дітьми в установах системи неформальної освіти, та вчителі в закладах формальної освіти.

Проведене опитування в рамках проєкту МоPED підтвердило запит учителів на ознайомлення з такими освітніми трендами, як STEAM-освіта, формування компетентностей, практико-орієнтоване навчання, розвиток підприємницького, дослідницького та критичного мислення, вивчення цифрових технологій та інноваційних педагогічних технологій та освітніх технологій.

Якість та швидкість розвитку наукової освіти залежить від володіння вчителями такими компетентностями, які вони мають формувати у дітей - зокрема інформаційно-комунікаційною, інноваційною та STEAM-компетентностями. Важливим є дослідження питання визначення рівня сформованості цих компетентностей, опис їх складових та критеріїв оцінювання, розробка рекомендацій щодо впровадження наукової освіти.

Саме тому важливим завданням є формування у учителів базових компетентностей наукової освіти, розуміння яких доцільно уточнювати в нових умовах цифрової трансформації освіти та розглядати як сукупність певних умінь, знань та діяльності. Для вирішення такого завдання в Україні має бути розроблена спеціальна програма підвищення кваліфікації учителів, спрямована на розвиток наукової освіти та формування інформаційно-комунікаційної, інноваційної та STEAM-компетентностей.

ПОДЯКА

Дослідження, результати якого викладено в статті, проведено в рамках проєкту «Модернізація педагогічної вищої освіти з використання інноваційних інструментів викладання» (МоPED) програми ЄС Еразмус + КА2 – Розвиток потенціалу вищої освіти, № 586098-ERP-1-2017-1-UA-ERPKA2-SVNE-JP. Ця стаття відображає лише погляди автора, і Європейська Комісія не може нести відповідальність за будь-яке використання інформації, що міститься в ній.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Міністерство цифрової трансформації. *Цифрова грамотність населення України 2019*. [Електронний ресурс]. Доступно: https://osvita.diiia.gov.ua/uploads/0/585-cifrova_gramotnist_naselenna_ukraini_2019_compressed.pdf
- [2] В. Биков, О. Спірін, О. Пінчук «Сучасні завдання цифрової трансформації освіти», Вісник Кафедри ЮНЕСКО "Неперервна професійна освіта XXI століття", № 1 (1), с. 27-36, 2020, doi: 10.35387/ucj.1(1).2020.27-36
- [3] Кабінет Міністрів України. "Концепція розвитку цифрової економіки та суспільства України на 2018-2020 роки (2018)" Електронний ресурс]. Доступно: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/67-2018-%D1%80>
- [4] European Commission. *Science Education for Responsible Citizenship* (2015). pp.8-11. [Online]. Available: http://ec.europa.eu/research/swafs/pdf/pub_science_education/KI-NA-26-893-EN-N.pdf.
- [5] Верховна Рада України. (2145-VIII від 05.09.2017). *Закон України «Про освіту»*. [Електронний ресурс]. Доступно: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19>
- [6] І. Бех, Н. Бібік, В. Биков та ін., *Енциклопедія освіти*. К : Юрінком Інтер, 2008.
- [7] Ю. Гоцуляк, «Наукова освіта в Україні: теоретичний та нормативно-правовий контекст», *Освіта та розвиток обдарованої особистості*. № 4. с. 5-11, 2016.
- [8] С. Бабійчук, «Наукова освіта як педагогічний концепт», *Молодь і ринок*, 2018. [Електронний ресурс]. Доступно: mir.dspu.edu.ua
- [9] R. Schulz, *Reforming Science Education: Part I. The Search for a Philosophy of Science Education*, *Sci & Educ*, vol. 18, pp. 225–249, 2009.

- [10] Л. Гриневич та ін., Нова українська школа. Концептуальні засади реформування середньої школи, 36 с., 2016. [Електронний ресурс]. Доступно: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/nova-ukrainska-shkola-compressed.pdf>
- [11] І. Коновальчук, «Сутність і структура інноваційної компетентності педагога загальноосвітнього навчального закладу», *Вісник Прикарпатського національного університету*. Серія: Педагогіка, Вип. XL, с. 85-88, 2011.
- [12] Network of National Contact Points for Science with and for Society in Horizon 2020. Science education policies in the European Commission: towards responsible citizenship (October 2016). [Електронний ресурс]. Доступно: https://www.sisnetwork.eu/media/sisnet/Policy_Brief_Science_Education.pdf
- [13] H. Gonzalez, J. Kuenzi, *Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM): A Primer*, Washington, D.C.: Congressional Research Service, 2012.
- [14] Національний Звіт за результатами міжнародного дослідження якості освіти PISA-2018. [Електронний ресурс]. Доступно: https://testportal.gov.ua/wp-content/uploads/2019/12/PISA_2018_Report_UKR.pdf
- [15] M. Barber, M. Mourshed, *How the World's Best-Performing School Systems Come Out on Top*, McKinsey & Company, 2007. [Електронний ресурс]. Доступно: http://mckinseysociety.com/downloads/reports/Education/Worlds_School_Systems_Final.pdf
- [16] D. Rychen, L. Salganik, *Defining and Selecting Key Competencies. The Creative Age*. London: Demos, 2001
- [17] Кабінет міністрів України. Постанова від 24 липня 2019 р. № 688. *Про внесення змін до Державного стандарту початкової освіти*. [Електронний ресурс]. Доступно: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/688-2019-%D0%BF>
- [18] Міністерство освіти та науки України. *Проект державного стандарту базової середньої освіти* (4 березня 2020 року). [Електронний ресурс]. Доступно: <https://mon.gov.ua/ua/news/mon-proponuye-dlya-gromadskogo-obgovorennya-projekt-derzhavnogo-standartu-bazovoyi-serednoyi-osviti>
- [19] J. Marin-Garcia et al., «Proposal of framework for innovation competencies development and assessment (FINCODA)». *WPOM-Working Papers on Operations Management*, vol. 7(2), pp. 119-126, 2016
- [20] *Unlocking Innovation: Training Teams and Individuals to have Every Day Breakthroughs* (6 February 2014). [Електронний ресурс]. Доступно: <https://www.slideshare.net/ccgmag/unlocking-innovation-training-teams-and-individuals-to-have-every-day-breakthroughs>
- [21] L. Vestergaard, K. Moberg, C. Jørgensen, «Odense: The Danish Foundation for Entrepreneurship», *Young Enterprise*, 2012
- [22] Європейська комісія. *EntreComp: Рамка підприємницької компетентності* (2016). [Електронний ресурс]. Доступно: http://ipq.org.ua/upload/files/files/03_Novyny/2016.07.8-9_EntreComp/EntreCompFramework%20UKR.pdf
- [23] M. Subramaniam, M.A. Youndt, «The influence of intellectual capital on the types of innovative capabilities», *Academy of Management Journal*, vol. 48, pp. 450-463, 2005
- [24] H. Jang, «Identifying 21st Century STEM Competencies Using Workplace Data», *Journal of Science Education and Technologies* vol.25, pp. 284-301, 2016, DOI 10.1007/s10956-015-9593-1
- [25] *Innovation Competency Model* (April 2011). [Електронний ресурс]. Доступно: https://www.innovationinpractice.com/innovation_in_practice/2011/04/innovation-competency-model.html
- [26] B. Duch, S. Groh, D. Allen, «Why problem-based learning? A case study of institutional change in undergraduate education». *The power of problem-based learning*. Sterling, V. Stylus, pp. 3-11, 2001
- [27] National Committee on Science Education Standards and Assessment, *National Science Education Standards*, National Research Council, 1996. [Електронний ресурс]. Доступно: <https://www.csun.edu/science/ref/curriculum/reforms/nses/nses-complete.pdf>
- [28] M. Pedaste, M. Mäeots, Ä. Leijen, S. Sarapuu, «Improving students' inquiry skills through reflection and self-regulation scaffolds», *Technology, Instruction, Cognition and Learning*, vol. 9, pp. 81-95, 2012
- [29] T. Jong, W. Joolingen, «Scientific discovery learning with computer simulations of conceptual domains». *Review of Educational Research*, vol. 68, pp. 179-202, 1998
- [30] R. Bybee, J. Taylor, A. Gardner, et al. «The BSCS 5E instructional model: Origins and effectiveness». *Colorado Springs*, [Електронний ресурс]. Доступно: <http://pdspalooza.pbworks.com/f/bscs5eexecsummary.pdf>
- [31] B. White, J. Frederiksen, «Metacognitive facilitation: An approach to making scientific inquiry accessible to all», *Inquiring into inquiry, learning and teaching in science*, pp. 331-370, 2000
- [32] C. Manoli, M. Pedaste, M. Mäeots, L. Siiman, Ton De Jong, et al, «Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle», *Educational Research Review, Elsevier*, v. 14, pp. 47-61, 2015

Матеріал надійшов до редакції 27.05.2020 р.

НАУЧНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ КАК ОСНОВА ФОРМИРОВАНИЯ ИННОВАЦИОННОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ОБЩЕСТВА

Гриневич Лилия Михайловна

кандидат педагогических наук, доцент, проректор по научно-педагогической и международной деятельности

Киевский университет имени Бориса Гринченко, г. Киев, Украина.

l.hrynevych@kubg.edu.ua

Морзе Наталия Викторовна

доктор педагогических наук, член-корреспондент НАПН Украины, профессор, профессор кафедры компьютерных наук и математики факультета информационных технологий и управления

Киевский университет имени Бориса Гринченко, г. Киев, Украина.

ORCID ID 0000-0003-3477-9254

n.morze@kubg.edu.ua

Бойко Мария Анатолиевна

кандидат педагогических наук, старший преподаватель кафедры компьютерных наук и математики факультета информационных технологий и управления

Киевский университет имени Бориса Гринченко, г. Киев, Украина.

ORCID ID 0000-0003-0293-5670

m.gladun@kubg.edu.ua

Анотация. В статье обосновано понятие и необходимость внедрения научного образования в средней школе в условиях цифровой трансформации образования, представлен обзор инновационных методик обучения, которые могут эффективно применяться для распространения научного мышления на более широкий перечень учебных предметов и формирования STEAM и инновационной компетентности как ключевых компетентностей учащихся. Авторами исследованы теоретические основы научного образования. Перечислены знания, навыки и деятельности, входящие в STEAM и инновационную компетентности. Доказано, что для их формирования целесообразно целенаправленно использовать в образовательном процессе метод учебных проектов, проблемное обучение и опытно-познавательный метод. В статье описаны особенности этих инновационных педагогических технологий при внедрении научного образования в средних школах на основе использования современных цифровых технологий и инструментов. Авторами исследован уровень осведомленности с такими методиками и практику их применения среди украинских учителей. К исследованию были подключены преподаватели пяти украинских университетов, являющихся партнерами Киевского университета имени Бориса Гринченко по проекту MoPED («Модернизация педагогического высшего образования по использованию инновационных инструментов преподавания MoPED» - №586098-EPP-1-2017-1-UA-EPPKA2 -CBHE-JP) для выявления потребностей в изучении современных образовательных трендов и подходящих для их обеспечения инновационных педагогических технологий и цифровых инструментов. В статье представлены результаты, которые демонстрируют уровень заинтересованности учителей в овладении цифровыми инструментами, описаны группы инструментов для развития научного образования: создание у учащихся положительной мотивации, стимулирования их к творчеству, формирование нестандартного творческого и креативного мышления, к познанию окружающего мира, к проведению экспериментов, поиска новых методов решения проблемных ситуаций. На основании исследования определены направления повышения квалификации учителей для развития научного образования и формирование инновационной и STEAM-компетенций в условиях цифровой трансформации общества.

Ключевые слова: научное образование; инновационная компетентность; STEAM-компетентность; метод учебных проектов; метод проблемного обучения; исследовательско-познавательный метод, цифровые инструменты и сервисы.

SCIENTIFIC EDUCATION AS THE BASIS FOR INNOVATIVE COMPETENCE FORMATION IN THE CONDITIONS OF DIGITAL TRANSFORMATION OF THE SOCIETY

Liliia M. Hrynevych

PhD of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Vice-Rector for Academic and International Affairs,
Borys Grinchenko Kyiv University, Kyiv, Ukraine
l.hrynevych@kubg.edu.ua

Nataliia V. Morze

Doctor of Pedagogical Sciences, Corresponding Member of the National Academy of Educational Sciences of Ukraine, Professor, Professor of the Department of Computer Science and Mathematics, Faculty of Information Technologies and Management
Borys Grinchenko Kyiv University, Kyiv, Ukraine
ORCID 0000-0003-3477-9254
n.morze@kubg.edu.ua

Mariia A. Boiko

PhD of Pedagogical Sciences, Senior Lecturer, Department of Computer Science and Mathematics, Faculty of Information Technologies and Management
Borys Grinchenko Kyiv University, Kyiv, Ukraine
ORCID 0000-0003-0293-5670
m.boiko@kubg.edu.ua

Abstract. The article substantiates the concept of scientific education and its need for high school in the digital transformation of education, provides an overview of innovative teaching methods that can be effectively used to spread scientific thinking to a wider range of subjects and the formation of STEAM and innovation competence as the key one. The authors investigate the theoretical grounds for scientific education. The list of knowledge, skills and activities that are part of STEAM and innovation competence is given. It is proved that their formation requires targeted use of the method of educational projects, problem-based learning and research-cognitive method in the educational process. The article describes the features of these innovative pedagogical technologies in the implementation of scientific education in secondary schools based on the use of modern digital technologies and tools. The authors investigate the level of awareness of such methods and the practice of their application among Ukrainian teachers. The study involved teachers from five Ukrainian universities that are partners of Borys Hrinchenko University of Kyiv under the MoPED project ("Modernization of pedagogical higher education using innovative teaching tools MOPED" - №586098-EPP-1-2017-1-EN-EPPKA2 -CBHE-JP) to identify the needs for the study of modern educational trends and the appropriate innovative pedagogical technologies and digital tools for their provision. The article presents the results that demonstrate the level of teachers' interest in mastering digital tools. The groups of tools for the development of scientific education are described. They include creating students' positive motivation, stimulating their creativity, forming non-standard creative thinking, learning about the world around them, conducting experiments, finding new methods for problem situations solving. On the basis of the research, the directions for teacher training for the development of scientific education and the formation of innovative and STEAM competence in the context of digital transformation of the society are identified.

Keywords: scientific education; innovative competence; STEAM competence; project-based learning; problem-based learning; inquiry-based learning; digital tools and services.

ACKNOWLEDGEMENTS

The research leading to these results received within the framework of the Modernization of Pedagogical Higher Education by Innovative Teaching Instruments. MoPED – KA2 CBHE – 586098-EPP-1-2017-1-UA-EPPKA2-CBHE-JP. This publication reflects the authors' views only, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

- [1] Ministry of Digital Transformation. *Digital literacy of the population of Ukraine 2019*. [Online]. Available: https://osvita.diia.gov.ua/uploads/0/585-cifrova_gramotnist_naseleenna_ukraini_2019_compressed.pdf (in Ukrainian)
- [2] V. Bykov, O. Spirin, and O. Pinchuk «Modern tasks of digital transformation of education», *Bulletin of the Department of UNESCO "Continuing professional education of the XXI century"*, № 1 (1), pp. 27-36, 2020, doi: 10.35387 / ucj.1 (1) .2020.27-36 (in Ukrainian)
- [3] Cabinet of Ministers of Ukraine. *The concept of development of the digital economy and society of Ukraine for 2018-2020 (2018)*. [Online]. Available: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/67-2018-%D1%80> (in Ukrainian)
- [4] European Commission. *Science Education for Responsible Citizenship (2015)*, pp.8-11. [Online]. Available: http://ec.europa.eu/research/swafs/pdf/pub_science_education/ KI-NA-26-893-EN-N.pdf, (in English)
- [5] Verkhovna Rada of Ukraine. (2145-VIII dated 05.09.2017). *Law of Ukraine «On Education»*. [Online]. Available: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19> (in Ukrainian)
- [6] I. Bekh, N. Bibik, V. Bykov and others, *Encyclopedia of Education*. K: Jurinkom Inter, 2008 (in Ukrainian)
- [7] J. Gotsulyak, «Scientific education in Ukraine: theoretical and legal context», *Education and development of gifted personality*. № 4. p. 5-11, 2016 (in Ukrainian)
- [8] S. Babiychuk, "Scientific education as a pedagogical concept", *Youth and the market*, 2018. [Online]. Available: <https://mir.dspu.edu.ua> (in Ukrainian)
- [9] R. Schulz, «Reforming Science Education: Part I.», *The Search for a Philosophy of Science Education, Sci & Educ*, vol. 18, pp. 225–249, 2009 (in English)
- [10] L. Hrynevych and others, *New Ukrainian School. Conceptual principles of secondary school reform*, 36 p., 2016. [Online]. Available: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/nova-ukrainska-shkola-compressed.pdf> (in Ukrainian)
- [11] I. Konovalchuk, «The essence and structure of innovative competence of a teacher of a secondary school», *Bulletin of the Precarpathian National University. Series: Pedagogy*, Issue. XL, p. 85-88, 2011(in Ukrainian)
- [12] Network of National Contact Points for Science with and for Society in Horizon 2020. *Science education policies in the European Comission: towards responsible citizenship (October 2016)*. [Online]. Available: https://www.sisnetwork.eu/media/sisnet/Policy_Brief_Science_Education.pdf (in English)
- [13] H. Gonzalez, and J. Kuenzi, *Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM): A Primer*, Washington, D.C.: Congressional Research Service, 2012. (in English)
- [14] *National Report on the Results of the International Survey on the Quality of Education PISA-2018*. [Online]. Available: https://testportal.gov.ua/wp-content/uploads/2019/12/PISA_2018_Report_UKR.pdf (in Ukrainian)
- [15] M. Barber, and M. Mourshed, *How the World's Best-Performing School Systems Come Out on Top*, McKinsey & Company, 2007. [Online]. Available: http://mckinseysociety.com/downloads/reports/Education/Worlds_School_Systems_Final.pdf (in English)
- [16] D. Rychen, and L.Salganik, *Defining and Selecting Key Competencies*. The Creative Age. London: Demos, 2001. (in English)
- [17] Cabinet of Ministers of Ukraine. Resolution of July 24, 2019 № 688. *On amendments to the State Standard of Primary Education*. [Online]. Available: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/688-2019-%D0%BF> (in Ukrainian)
- [18] Ministry of Education and Science of Ukraine. *Draft state standard of basic secondary education (March 4, 2020)*. [Online]. Available: <https://mon.gov.ua/ua/news/mon-proponuye-dlya-gromadskogo-obgovorennya-proyekt-derzhavnogo-standartu-bazovoyi-serednoyi-osviti> (in Ukrainian)
- [19] J. Marin-Garcia et al., «Proposal of framework for innovation competencies development and assessment (FINCODA)». *WPOM-Working Papers on Operations Management*, vol. 7(2), pp. 119-126, 2016(in English)
- [20] *Unlocking Innovation: Training Teams and Individuals to have Every Day Breakthroughs* (6 February 2014). [Online]. Available: <https://www.slideshare.net/ccgmag/unlocking-innovation-training-teams-and-individuals-to-have-every-day-breakthroughs> (in English)
- [21] L. Vestergaard, K. Moberg, and C. Jørgensen, «Odense: The Danish Foundation for Entrepreneurship», *Young Enterprise*, 2012(in English)
- [22] European Commission. *EntreComp: Entrepreneurial Competence Framework (2016)*. [Online]. Available: http://ipq.org.ua/upload/files/files/03_Novyny/2016.07.8-9_EntrComp/EntreCompFramework%20UKR.pdf (in Ukrainian)

- [23] M. Subramaniam, and M.A. Youndt, «The influence of intellectual capital on the types of innovative capabilities», *Academy of Management Journal*, vol. 48, pp. 450-463, 2005. (in English)
- [24] H. Jang, «Identifying 21st Century STEM Competencies Using Workplace Data», *Journal of Science Education and Technologies*, vol.25, pp. 284–301, 2016, doi: 10.1007/s10956-015-9593-1 (in English)
- [25] Innovation Competency Model (April 2011). [Online]. Available: https://www.innovationinpractice.com/innovation_in_practice/2011/04/innovation-competency-model.html (in English)
- [26] B. Duch, S. Groh, and D. Allen, «Why problem-based learning? A case study of institutional change in undergraduate education». *The power of problem-based learning*. Sterling, V.Stylus, pp. 3-11, 2001
- [27] National Committee on Science Education Standards and Assessment, *National Science Education Standards*, National Research Council, 1996, [Online]. Available: <https://www.csun.edu/science/ref/curriculum/reforms/nses/nses-complete.pdf> (in English)
- [28] M. Pedaste, M. Mäeots, Ä. Leijen, and S. Sarapuu, «Improving students' inquiry skills through reflection and self-regulation scaffolds», *Technology, Instruction, Cognition and Learning*, vol. 9, pp. 81–95, 2012. (in English)
- [29] T. Jong, and W. Joolingen, «Scientific discovery learning with computer simulations of conceptual domains». *Review of Educational Research*, vol. 68, pp. 179–202, 1998. (in English)
- [30] R. Bybee, J. Taylor, A. Gardner, et al. «The BSCS 5E instructional model: Origins and effectiveness». *Colorado Springs*. [Online]. Available: <http://pdspalooza.pbworks.com/f/bscs5eexecsummary.pdf> (in English)
- [31] B. White, and J. Frederiksen, «Metacognitive facilitation: An approach to making scientific inquiry accessible to all», *Inquiring into inquiry, learning and teaching in science*, pp. 331–370, 2000. (in English)
- [32] C. Manoli, M. Pedaste, M. Mäeots, L. Siiman, Ton De Jong, et al, «Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle», *Educational Research Review, Elsevier*, vol. 14, pp. 47–61, 2015. (in English)



This work is licensed under Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License.