

РОЗДІЛ II. ТЕЗАУРУС STEM-ОСВІТИ

УДК [373.51"312"(477)+50]:004:371.5(045)

Олександр Стрижак, Ірина Сліпухіна,
Наталія Поліхун, Ігор Чернецький

КЛЮЧОВІ ПОНЯТТЯ STEM-ОСВІТИ

Проведено змістовий аналіз ключових понять STEM, які є засадничими у розумінні сутності нового освітнього напрямку. З'ясовано мету, завдання, структуру, зміст і очікувані результати упровадження та розвитку STEM-освіти в Україні. Запропоновано основні дефініції, особливе місце у формуванні змісту яких належить трансдисциплінарному підходу, когнітивним і соціальним технологіям і трансферу знань.

Ключові слова: *STEM-освіта, STEM-лабораторія, STEM-центр, трансдисциплінарність, трансфер знань, когнітивні технології, соціальні технології.*

Постановка проблеми. Сьогодні головними учасниками інноваційної діяльності є держава, промисловість, бізнесові структури й університети. Їх взаємодія відбувається відповідно до чотирьох основних напрямів: прискорення процесів комерціалізації інновацій, глобалізація NBICS¹-ініціатив, підготовка висококваліфікованих спеціалістів та формування мережі промислових інновацій.

Проведене нами дослідження показало, що критичним чинником інноваційності економіки розвинутих країн нині є суперечність між постійно зростаючим дефіцитом фахівців високотехнологічних галузей, здатних до комплексної науково-інженерної діяльності та зниженням зацікавленості учнів до дисциплін природничо-математичного циклу, знання яких покладено в основу створення і розвитку сучасних технологій різного рівня та

¹ Nano-, Bio-, Info-, Cogno-, Socio- технології

спрямування: від техніки до соціально-економічних процесів [4]. Вказані протиріччя мають глобальний характер, а його розв'язання потребує докорінного перегляду існуючих нині моделей освіти, освітніх програм, методів організації навчання тощо.

Так, у підготовленому групою експертів звіті Єврокомісії (2015 р.) зазначається, що прогалини у професійній майстерності не заповнюються самі собою – їх заповнюють люди. Крім того, необхідно вже у ранньому віці залучати молодь до процесу проведення відповідальних досліджень та розробки інноваційних рішень [12].

У системі сучасної освіти розвинутих країн перебувають ґрунтовні і масштабні дослідження перспектив розвитку економіки, проведені на початку ХХІ ст. у США. Їх результати дали підстави для визначення змісту основних компетенцій для випускників шкіл у ХХІ ст. і визнання STEM-орієнтованого підходу до навчання як практично придатного, дієвого та ефективного засобу вирішення зазначеного вище протиріччя.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Інноваційні глобальні освітні програми спрямовані на формування навичок ХХІ ст., зміст і структура яких визначені у документах освітнього альянсу «The Partnership for 21st Century Learning (Skills) (P21)» [11]. Її діяльність спрямовано на підготовку молоді до працевлаштування і самореалізації. Фахівцями цієї спільноти на підставі ґрунтовних масштабних досліджень, співпраці з вчителями, викладачами експертами з освіти та бізнес-лідерами з усього світу було розроблено мапу ключових навичок для успішного життя і праці. Вона містить основні визначення, приклади прояву, варіанти інтердисциплінарних тем, форми комунікації для кожної з виокремлених компетенцій. Діяльність P21 є каталізатором готовності системи освіти, що сприяє створенню партнерських зв'язків між освітою, бізнесом, громадськістю та керівництвом держави загалом.

На державному рівні STEM-освіту запроваджено в США у 2009 році, починаючи з програми «Educate to Innovate» [4]. Акронім «STEM» означає

характерні риси відповідної дидактики, сутність якої виявляється у поєднанні міждисциплінарних практико-орієнтованих підходів до вивчення природничо-математичних дисциплін [8]. Останнім часом в європейському науковому дискурсі наголошується на важливості всіх дисциплін шкільного плану, що потребує розвитку STEAM-підходу (літера А – *All* – «усі») – зміцнення зв'язків і взаємодії між наукою, творчістю, підприємницькою та інноваційною діяльністю, а також потребою вивчення природничих наук через інші дисципліни і, навпаки, вивчення інших дисциплін через природничі науки.

До освітніх рухів STEM активно долучаються творчі і мистецькі дисципліни, об'єднані загальним терміном *Arts* (позначення відповідного підходу – *STEM and Arts*). Так, актуальними напрямками для *STEM and Arts* є промисловий дизайн, архітектура, індустріальна естетика тощо [4].

Підтримка STEM-освіти здійснюється на державному рівні у багатьох країнах світу, і, насамперед, у США. До того ж, активно функціонують і розвиваються її осередки: STEM-центри, STEM-школи, STEM-лабораторії тощо. Основні інвестиції стосуються удосконалення STEM-програм, починаючи з дошкільного віку, збільшення підтримки громадськістю STEM освітнього напрямку, сприяння професійному самовизначенню учнів старшої школи; розроблення освітніх планів підготовки до STEM-професій, надання якісних освітніх послуг різним соціальним групам та ін. [19].

Вочевидь, STEM-вектор у освітній політиці України забезпечить «включеність» нашої держави до вищої ліги міжнародного обміну науковою експертизою та бізнес-комунікацію у рамках інноваційних кластерів.

У зв'язку з цим особливого значення набуває поява низки колегіальних рішень і відповідних заходів, які відкривають нормативно-правове поле для розвитку STEM-напрямку у вітчизняній освіті. До таких відносяться: рішення Колегії Міністерства освіти і науки України «Про форсайт соціально-економічного розвитку України на середньостроковому (до 2020 року) і довгостроковому (до 2030 року) часових горизонтах (в контексті підготовки

людського капіталу)» [2], План заходів щодо впровадження STEM-освіти в Україні на 2016-2018 р.р. [4], концептуальні засади реформування середньої школи «Нова українська школа» [18], створення відділу STEM-освіти на базі Інституту модернізації змісту освіти [1] та ін.

Отже, процес становлення і розвитку STEM-освіти не лише в Україні, а й у всьому світі потребує термінологічної стандартизації і, насамперед, з'ясування засад понятійно-категоріального апарату, визначення стратегічних цілей, завдань і структури цієї новітньої галузі педагогічної науки. Саме це і стало **метою** проведення нами дослідження.

Виклад основного матеріалу. Очевидним є те, що понятійно-категоріальний апарат STEM-освіти корелює зі змістом навичок, визначених у Framework P21 [11], де їх розділено на чотири основні групи: 1) навички в освоєнні основних дисциплін, які формують зміст знань та навчальних тем XXI століття; 2) навчальні та інноваційні навички, серед яких основна увага приділяється творчості, критичному мисленню, комунікації та співпраці; 3) навички роботи з інформацією, медіа та технологіями; 4) навички для успішного життя і кар'єри.

Слід зазначити, що на Всесвітньому економічному форумі у Давосі 2016 р. за результатами глобального дослідження, проведеного із залученням провідних роботодавців світу, було названо групи компетенцій і навичок, які є найбільш затребуваними на ринку праці XXI ст. [13]. Серед них варто назвати такі: готовність до розв'язання комплексних практичних проблем; критичне мислення, креативність, організаційні здібності, уміння працювати в команді, емоційний інтелект оцінювання проблеми і прийняття рішення, здатність до ефективної взаємодії, уміння домовлятися, когнітивна гнучкість тощо.

Світова освітня практика демонструє ефективність, дієвість і практичну придатність STEM-підходу у формуванні компетенцій і навичок, визначених P21 та іншими нормативними документами. Його відмінність від традиційних освітніх моделей полягає у фокусуванні на повсякденному житті, реальних задачах, розв'язання яких потребує комплексного наукового й інженерного мислення.

У даний час спостерігаємо експоненціальний розвиток *когнітивних технологій* – сукупності методів, засобів та прийомів оптимізації процесів здобування, зберігання і використання необхідних знань людства в інформаційному середовищі. Ці технології ґрунтуються на інтелектуальній діяльності (структуризація, аналіз, синтез, добір тощо). Вони спрямовані на формування дослідницького стилю мислення та оптимізацію процесів сприйняття, уваги, пам'яті, розпізнавання образів, уяви, мови, мислення, розв'язання задач, психології розвитку, людського і штучного інтелекту [6].

Будь-яка професійна діяльність нині відбувається із залученням *соціальних технологій*, які визначаються як прийоми, методи і впливи, застосовувані для досягнення поставлених цілей і спрямовані на зміну свідомості людей, культурних, політичних та соціальних структур, систем або ситуацій. Ці технології є ключовими у процесах керування цільовою групою комунікацією (бізнес-завдання) і активізації науково-технічної творчості, всебічного обговорення існуючих і створення нових наукових підходів та напрямків.

Дослідження показало, що *трансфер знань* – певна організаційна система і процеси, за допомогою яких знання, включаючи технології, досвід і навички, передаються від однієї сторони до іншої, призводячи до інновацій в економіці і соціальній сфері, забезпечують при цьому підвищення рівня конкурентної спроможності кожної особистості [6]. Іншими словами, це технологія взаємно вигідного співробітництва між університетами, бізнесовими структурами і державним сектором, метою якого є передача матеріальної та інтелектуальної власності, експертизи, навчання та навичок між академічними та неакадемічними спільнотами. Вочевидь, інтенсивний трансфер знань сприяє інноваціям в економіці й соціальній сфері, забезпечуючи підвищення рівня конкурентоспроможності кожної особистості [20].

У широкому розумінні *STEM-освіта* – педагогічна технологія формування та розвитку розумово-пізнавальних і творчих якостей

учнів / студентів, рівень яких визначає конкурентну спроможність особистості на сучасному ринку праці. Дослідження даного питання виявило, що визначальною метою *STEM-освіти* є, з одного боку, забезпечення інтегрованого формування наукових і практичних знань шляхом здобування автентичного практичного досвіду (особистісний аспект), а з іншої – підготовка учнів до подальшого навчання і працевлаштування відповідно до вимог ХХІ ст. (соціальний аспект).

Варто зазначити, що основними технологіями і радикальними продуктами майбутнього є геоінженерія, інтелектуальні енергетичні системи, радикальні матеріали, синтетична біологія, індивідуальна геоніміка, біоінтерфейси, сонячна енергетика, ноотропні препарати, нові енергомісткі батареї, стовбурові клітини, біопаливо, клонування, робототехніка, низькоорбітальні польоти, мемристори, мобільні геологічні засоби зв'язку, батареї, що заряджаються від атмосфери, розумні навігаційні системи, штучний інтелект та інші [5].

Такі продукти та пов'язані з ними технології формують інноваційні виробничі галузі й професії, пов'язані зі *STEM*. До найбільш поширених *STEM*-галузей у ХХІ ст. відносять аерокосмічну техніку, астрофізику, біохімію, біомеханіку, цивільне будівництво, нанотехнологію, нейротехнологію, робототехніку та інше [1].

Отже, більша половина *STEM-сфери діяльності* відноситься до інженерії, інша частина – до інформатично-математичної та науково-природничої діяльності [1].

STEM-фахівця можна визначити як особу, яка здійснює інноваційну трудову діяльність з високим ступенем міждисциплінарності та технологічності. Його інтегральною характеристикою є *STEM-грамотність* – характеристика ступеня оволодіння як знаннями у межах певних дисциплін, так і навичок у використанні міждисциплінарних підходів до розв'язання практичних задач.

Категорія «*STEM-грамотність*» є загальним стосовно дефініції «*STEM-компетенції / компетентності і навички*», яку можна визначити як динамічну систему знань та умінь, навичок і способу мислення, цінностей й особистісних якостей, які визначають здатність до інноваційної діяльності.

Відповідно до логіки формування понять, зазначених вище, було визначено *STEM-навчання* як навчальний процес, метою якого є формування *STEM-грамотності* через інтегроване освоєння *STEM-дисциплін*.

Підготовка майбутніх фахівців до вирішення складних багатофакторних проблем ноосфери потребує при формуванні змісту *STEM-освіти* застосування міждисциплінарних підходів, і, зокрема, *трансдисциплінарного підходу* – способу отримання нового знання шляхом синтезу ресурсів дисциплінарної та позадисциплінарної сфер; результатом чого виявляється пізнавальна модель, яка не зводиться до жодної із наукових дисциплін [10]. Також виявлено, що поняття *трансдисциплінарність* позначає об'єднання міждисциплінарних ресурсів в єдиних методологічних і теоретичних рамках, які включають широкий спектр питань, що стосуються соціальних, політичних, екологічних та інших факторів з кола даної проблеми [6].

Впровадження *STEM-освіти* вибудовується таким чином, що сприяння становленню особистості, як творця і проєктувальника власного життя, гармонізації і гуманізації відносин між учнями і педагогами, школою і родиною ґрунтується на ідеї усвідомленого вибору особистого життєвого шляху [18, с. 21–24].

Структура *STEM-освіти* визначається Державним стандартом загальної середньої освіти, позашкільної освіти, спеціалізованими стандартами *STEM-освіти*. Відповідно до структури загальної середньої освіти можна виокремити три етапи реалізації *STEM-підходу*.

Так, основним завданням *початкової школи* є стимулювання допитливості, підтримка інтересу до навчання і пошуку знань, мотивація до самостійних досліджень, створення простих приладів, конструкцій тощо.

Середня школа повинна вирішувати завдання формування в учнів стійкої цікавості до природничо-математичних наук, оволодіння системою практичних навичок, необхідних для подальшого життя людини у техносфері, глибокого розуміння екології та природи у цілому. На цьому етапі особливо важливим є залучення учнів до дослідницької діяльності і винахідництва, що дозволить збільшити відсоток тих, хто стане талановитим ученим, інженером, новатором.

Старша школа має сприяти свідомому вибору подальшої освіти STEM-профілю, поглибленій підготовці зі STEM-дисциплін (профільне навчання), освоєнню наукової методології, усвідомленню фізичної, техніко-технологічної і наукової картин світу у контексті розуміння сутності, функціонування і розвитку соціально-економічних систем.

Зазначимо також, що радикально має змінитися сутність сучасного освітнього середовища, його просторово-предметна складова, програми та засоби навчання. За таких умов зросте частка проектної, командної та групової роботи учнів, важливе місце в якій займатимуть сучасні цифрові вимірjuвальні комплекси, а навчальний простір класної кімнати складатиметься із декількох зон активності: зони дослідництва, творчості, зони розвитку, взаємодії, презентаційної зони тощо [18].

В навчальному процесі освітні програми STEM передбачають активну взаємодію з батьківською спільнотою. Більшість батьків розглядають освіту, як вигідну інвестицію у майбутнє і розуміють, що майбутній кар'єрний успіх дитини залежить від рівня навчальних і професійно-орієнтованих досягнень. Вочевидь, з метою оцінки результатів упровадження STEM-напряму в системі середньої освіти повинен здійснюватися систематичний моніторинг.

Невід'ємною складовою STEM-освіти є мережа STEM-центрів і STEM-лабораторій – освітніх організацій, визначальною метою яких є сприяння розвитку глобальної робочої сили XXI ст. [6, 16]. Дослідження контекстів уживання понять «STEM-центр» і «STEM-лабораторія» виявило, що компетенції STEM-центрів і STEM-лабораторій мають спільні компоненти.

Однак, більш детальний розгляд цього питання дає підстави для розуміння STEM-лабораторій як установ, в яких здійснюється переважно науково-дослідна і методична освітня діяльність. Водночас, функції STEM-центрів спрямовані, перш за все, на організацію і координацію взаємодії *STEM-суб'єктів*: молоді, викладачів, закладів освіти різного рівня і спрямування, представників підприємств і бізнесу, державних установ, громадськості, батьківської спільноти.

Отже, *STEM-центр* – спеціалізована освітня установа, створена при організації, навчальному закладі, підприємстві або їх об'єднанні з метою надання STEM-орієнтованих освітніх послуг і призначена для сприяння взаємодії зацікавлених осіб. До її функцій належать: організація практичної діяльності учнів з використанням інноваційних методів навчання у різних сферах (технології, інженерія, програмування, екологія та ін.); мотивація учнів старших класів до продовження освіти у науково-технічній та інженерній сферах; популяризація STEM-освіти; підтримка наукової та інженерної складових у неформальній освіті молоді; створення та забезпечення необхідних умов для професійного самовизначення учнів; організація, координація, сприяння ефективній комунікації і взаємодії між суб'єктами STEM-процесів (проведення конференцій, симпозиумів, круглих столів, семінарів, реалізація міжнародних STEM-проектів тощо).

Водночас, *STEM-лабораторія* може бути визначена як наукова установа або її відділ, що проводить STEM-орієнтовану експериментальну науково-дослідну, методичну та навчальну роботу, спрямовану на впровадження і розвиток STEM-освіти. До компетенцій STEM-лабораторій віднесено діяльність, пов'язану з аналізом і узагальненням перспективних для STEM педагогічних концепцій, методологій і методик, видів і форм організації ефективного навчання, в тому числі очного, дистанційного, віртуального, розроблення та апробацію інноваційних програм, високотехнологічних засобів навчання, підготовку навчально-методичної літератури, формування науково-методичної бази для викладання STEM-дисциплін, проведення

методичних семінарів і науково-практичних конференцій з обміну досвідом STEM- навчання, організацію наукових шкіл для молоді, підготовку та перепідготовку педагогічних кадрів, популяризацію винахідницької, науково-дослідної діяльності та розвиток учнівської і студентської практико-орієнтованої творчості та ін.

Аналіз контенту ресурсів Інтернет дає підстави стверджувати, що поняття *STEM-коаліція* і *STEM-центр* уживаються у подібному контексті. На веб-сторінках STEM-коаліцій ці громадські спільноти позиціонують себе як альянс ділових, професійних та освітніх установ, що активно працюють над підвищенням рівня обізнаності суспільства щодо ролі STEM-освіти у поліпшенні навчання молоді і всебічно сприяють інтеграції бізнесу, освіти, місцевих громад та державних установ [16].

STEM-освіта базується на використанні засобів та обладнання, що пов'язані з технічним моделюванням, енергетикою і електротехнікою, інформатикою, обчислювальною технікою і мультимедійними технологіями, науковими дослідженнями в області енергозберігаючих технологій, автоматикою, телемеханікою, робототехнікою та інтелектуальними системами, радіотехнікою і радіоелектронікою, авіацією, космонавтикою і аерокосмічною технікою тощо.

Поряд із традиційними джерелами здобуття знань широко використовуються глобальні і локальні інформаційні мережі з різноманітними базами даних та 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 та ін.

Особливої уваги заслуговують віртуальні центри STEM-освіти, які з точки зору методології проектуються із залученням когнітивних і соціальних технологій, а також трансферу знань та трансдисциплінарних підходів. За допомогою таких мережних ресурсів учні та студенти можуть брати участь у

реальних та віртуальних навчальних дослідженнях, долучатися до міжнародних дослідницьких проектів, таких як *ICE Cubes Service, EDU-ARCTIC, BIOTALENT* та ін. На навчання через дослідження спрямована діяльність віртуального ресурсу «STEM-лабораторія МАНЛаб» [17], який створено в НЦ МАН України. Розробниками цієї освітньої платформи пропонується система добору дослідницьких проектів для учнів, відповідно до визначених інтересів у дисциплінах STEM.

Поряд з цим, віртуальний центр пропонує дистанційну й очну фахову методичну й технологічну допомогу в організації STEM-навчання учнівської молоді України. Як відкритий освітній простір, такий центр передбачає подальше наповнення контенту фахівцями і волонтерами від науки та технологій.

Розвиток мотивації учнів щодо STEM-освіти здійснюється також через позакласні і позашкільні заходи, конкурси, фестивалі, веб-квести, літні програми природничо-наукового, інженерно-технічного спрямування, діяльність дитячих наукових університетів тощо.

Впровадження STEM-освіти має глибинний характер і включає розв'язання проблем підготовки вчителя, який усвідомлює свою соціальну відповідальність, постійно дбає про своє особистісне і професійне зростання, вміє досягати нових педагогічних цілей, сам вчиться у процесі навчання інших.

Сучасний і майбутній учитель є активним проектувальником міждисциплінарних навчальних програм і на основі системи знань, розуміння наукової картини світу має визначати зміст, обсяг і послідовність навчання, характер і ступінь інтеграції знань із різних гностичних полів, добирати методи, методики і стратегії, що забезпечуватимуть найбільш очікуваний педагогічний результат [9].

Зазначене потребує кардинальних змін у первинній і післядипломній професійній освіті вчителя. Післядипломна педагогічна освіта має стати більш персоніфікованою, надаючи кожному вчителю ширші можливості для

оновлення, удосконалення, поглиблення власної професійної підготовки у прийнятний для нього спосіб, у тому числі на базі інноваційного дистанційного навчання.

Висновки. Підводячи підсумки проведеного дослідження, слід зазначити, що STEM-напрямок в освіті виник як засіб вирішення протиріч, глибинно пов'язаних з конвергенцією NBICS-технологій, радикальними змінами вимог до фахівців на ринку праці у XXI столітті та генетичною інертністю системи освіти у формуванні актуальних компетенцій і навичок.

Виявлено, що на державному рівні STEM-процеси створюють необхідні умови для реалізації права громадян України на отримання якісної, затребуваної на ринку праці освіти, забезпечують інноваційність розвитку та ефективність системи освіти в умовах децентралізації її управління, прискорюють інтеграцію нашої держави у світовий економіко-освітній простір, підвищують національну безпеку і добробут українського суспільства.

STEM є основою новітньої динамічної педагогіки XXI століття, яка оперує власними категоріями, зміст, структура і взаємодія яких є мало дослідженими і які потребують стандартизації на основі всебічного аналізу, систематизації знань, обговорення на різних рівнях: від шкільних педагогічних нарад до міжнародних конференцій тощо.

Ключовими питаннями у розбудові STEM-освіти є надійна цільова підтримка ефективної професійної підготовки STEM-педагогів, ініціатив, спрямованих на залучення й утримання талановитих STEM-викладачів, розроблення високоякісних стандартів у STEM-галузях, встановлення пріоритету для розвитку STEM-орієнтованих проектів, програм і навчальних планів.

Необхідними також є подальші ґрунтовні дослідження наукових засад STEM-освіти, які виконуватимуть також прогностичну функцію, пошук шляхів і методів сприяння участі бізнесу і промисловості у впровадженні STEM-освіти на кожному рівні.

Список використаних джерел

1. Відділ STEM-освіти [Електронний ресурс] [Електронний ресурс] – Режим доступу: Режим доступу до ресурсу: <https://imzo.gov.ua/pro-imzo/struktura/viddil-stem-osviti>.

2. Онтологічний кабінет дослідження життя та творчості Тараса Шевченка в середовищі науково-освітнього порталу КОВЗАР.UA: Монографія / С. О. Довгий, О. Є. Стрижак, Т. І. Андрущенко, С. А. Гальченко, Л. С. Глоба, А. В. Гончар, О. В. Копійка, В. М. Кудляк, К. В. Ляшук, М. А. Попова, В. В. Приходнюк, Г. Ф. Семенюк, О. М. Трофимчук, Н. І. Поліхун, К. Г. Постова. – К. : Інститут обдарованої дитини, 2016. – 175 с.

3. Міністерство освіти і науки України, протокол № 1/1-4 (2016, Січ. 21). Про форсайт соціально-економічного розвитку України на середньостроковому (до 2020 року) і довгостроковому (до 2030 року) часових горизонтах (в контексті підготовки людського капіталу) [Електронний ресурс] – Режим доступу: [http://mon.gov.ua/about/kolegiya-ministerstva/rishennya-kolegiyi-ministerstva-osviti-i-nauki-ukrayini-\(2016-rik\).html](http://mon.gov.ua/about/kolegiya-ministerstva/rishennya-kolegiyi-ministerstva-osviti-i-nauki-ukrayini-(2016-rik).html).

4. План заходів щодо впровадження STEM-освіти в Україні на 2016-2018 р.р. [Електронний ресурс] // Режим доступу: <https://imzo.gov.ua/2016/11/10/plan-zahodiv-shhodo-vprovadzhennya-steam-osviti-v-ukrayini-na-2016-2018-roki>.

5. Поліхун Н. І. Педагогічна технологія STEM як засіб реформування освітньої системи України / Н. І. Поліхун, І. А. Сліпухіна, І. С. Чернецький // Освіта та розвиток обдарованої особистості. – 2017. – № 3(58). – С. 5-9.

6. Стрижак О. Є. Трансдисциплінарна інтеграція інформаційних ресурсів [Текст] : автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 05.13.06 / Стрижак Олександр Євгенійович ; Нац. акад. наук України, Ін-т телекомунікацій і глобал. інформ. простору. – Київ, 2014. – 47 с.

7. Global STEM Education Center [Online]. Available: <http://www.globalstemcenter.org/teacher-development.html>. Accessed on: July, 12, 2017.

8. Hom E. J. What is STEM Education? LiveScience Contributor [Online]. Available: <http://www.livescience.com/43296-what-is-stem-education.html>. Accessed on: July, 12, 2017.

9. Jacobs H. H. Interdisciplinary curriculum: Design and implementation Ed. Alexandria, VA: ASCD, 1989. – 97 p. [Online]. Available: <http://www.ascd.org/publications/books/61189156.aspx>. Accessed on: July, 12, 2017.

10. Lawrence R. J., Després C., Futures of transdisciplinarity, Futures, vol. 36(4), pp. 397-405, 2015. [Online]. Available: http://transd.rudygarns.com/lib/exe/fetch.php/futures_of_transdisciplinarity.pdf. Accessed on: July, 12, 2017.

11. Partnership for 21st century learning [Online]. Available: www.P21.org. Accessed on: July, 12, 2017.

12. Report to the european commission of the expert group on science education, Science education for Responsible Citizenship, [Online]. Available: http://ec.europa.eu/research/swafs/pdf/pub_science_education/KI-NA-26-893-EN-N.pdf. Accessed on: July, 12, 2017.

13. Schwab K. The Fourth Industrial Revolution. [Online]. Available: <https://www.weforum.org/about/the-fourth-industrial-revolution-by-klaus-schwab>. Accessed on: July, 12, 2017.

14. STEM 2026, A Vision for Innovation in STEM Education [Online]. Available: https://innovation.ed.gov/files/2016/09/AIR-STEM2026_Report_2016.pdf. Accessed on: July, 12, 2017.

15. STEM-education [Online]. Available: <https://teach.com/what/teachers-know/stem-education/>. Accessed on: July, 12, 2017.

16. STEM-education coalition [Online]. Available: <http://www.stemedcoalition.org/>. Accessed on: July, 12, 2017.

17. STEM-лабораторія МАНЛаб [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://stemua.science>.
18. The New Ukrainian School [Online]. Available: <http://mon.gov.ua/Новини%202017/02/17/book-final-eng-cs-upd-16.01.2017.pdf>. Accessed on: July, 12, 2017.
19. U. S. Department of Education. Science, Technology, Engineering and Math: Education for Global Leadership [Online]. Available: <https://www.ed.gov/stem>. Accessed on: July, 12, 2017.
20. University of Cambridge. What is knowledge transfer?. [Online]. Available: <http://www.cam.ac.uk/research/news/what-is-knowledge-transfer>. Accessed on: July, 12, 2017.
21. Vilorio D. STEM 101: Intro to tomorrow's jobs. [Online]. Available: <https://www.bls.gov/careeroutlook/2014/spring/art01.pdf>. Accessed on: July, 12, 2017.

Александр Стрижак, Ирина Слипухина, Наталия Полихун, Игорь Чернецкий. КЛЮЧЕВЫЕ ПОНЯТИЯ STEM-ОБРАЗОВАНИЯ

Проведен содержательный анализ ключевых понятий STEM, которые являются основополагающими в понимании сущности нового образовательного направления. Выяснены цели, задачи, структура, содержание и ожидаемые результаты внедрения и развития STEM-образования в Украине. Предложены основные дефиниции, особое место в формировании содержания которых принадлежит трансдисциплинарному подходу, трансферу знаний, когнитивным и социальным технологиям.

Ключевые слова: STEM-образование, STEM-лаборатория, STEM-центр, трансдисциплинарность, трансфер знаний, когнитивные технологии, социальные технологии.

Oleksander Stryzhak, Iryna Slipukhina, Nataliia Polikhun, Igor Chernetskyu. KEY TERMS OF STEM-EDUCATION

In this article content analysis of the key concepts of a new trend in STEM-education was implemented. The purpose, task, structure, content and expected results of the introduction and development of STEM-education in Ukraine are determined. The main definitions are proposed. Transdisciplinary approach, cognitive and social technologies in the transfer of knowledge are the basis for the formation of new scientific concepts.

Keywords: *STEM-education, STEM-laboratory, STEM-center, transdisciplinary, knowledge transfer, cognitive technology; social technologies.*