

УДК 378.015

DOI:

Лідія Сліпчишин, доктор педагогічних наук, старший дослідник, доцент кафедри теорії і методики технологічної освіти, креслення та комп'ютерної графіки Національного педагогічного університету імені М.П.Драгоманова
Олег Стечкєвич, кандидат педагогічних наук, старший дослідник, доцент кафедри педагогіки та інноваційної освіти Національного університету "Львівська політехніка"

ОСОБЛИВОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ STEAM ПІДХОДУ У ВИЩУ ОСВІТУ

Проаналізовано наукову базу дослідження STEAM підходу та практику його реалізації у вищій освіті. З'ясовано роль інтеграції різногалузевих знань у професійній підготовці конкурентноспроможних фахівців. Обґрунтовано основні теоретико-методологічні засади інтеграції у контексті STEAM підходу, які орієнтують на доцільний вибір моделі інтеграції з урахуванням особливостей професійної діяльності та потенціалів дисциплін. На основі аналізу практики для різних спеціальностей вищої освіти виявлено характерні способи реалізації підходу та окреслено загальний алгоритм проектування підходу. Виокремлено особливості впровадження STEAM підходу для вищої освіти.

Ключові слова: інтеграція; рівні інтеграції; STEAM підхід; спеціальність; професійна підготовка; вища освіта.

Літ. 11.

Lidiia Slipchishyn, Doctor of Sciences (Pedagogy), Senior Research Fellow, Associate Professor of the Theory and Methods of Technological Education, Drawing and Computer Graphics Department, Mykhaylo Drahomanov National Pedagogical University

Oleh Stechkevych, Ph.D.(Pedagogy), Senior Research Fellow Associate Professor of the Pedagogy and Innovative Education Department, Lviv Polytechnic National University

IMPLEMENTATION FEATURES OF STEAM APPROACH IN HIGHER EDUCATION

The scientific basis of the STEAM approach research and the practice of its implementation in higher education are analyzed. The role of integration of multidisciplinary knowledge in the professional training of competitive specialists, which meets the modern requirements of the labour market and the concept of sustainable development, has been clarified. Changes in professional training are associated with the use of different methods of cognition, which affect the increase of activity, development of critical, visual, creative thinking, professional self-development. The basic theoretical and methodological principles of integration in the context of the STEAM approach are substantiated, which focus on the appropriate choice of the model of integration taking into account the peculiarities of professional activity and the potential of academic disciplines. Based on the analysis of holistic practices of implementation of the STEAM approach in the educational process of higher education, the most characteristic ways of implementation and features of application in vocational education were identified. Peculiarities of STEAM approach implementation in higher education are highlighted. It is established that for non-artistic professions there should be a clear awareness of the feasibility of its implementation, which is solved by finding common ground between the interaction of the professional industry with S.T.E.A.M. spheres. At the same time, artistic specialties should expand the possibilities of professional activity with modern technological tools. The special role of the humanities in higher education is related to the possibility of deepening and expanding the worldview in the direction of sustainable development of society. The humanities are a source of concepts that go beyond disciplines and provide a basis for integrating knowledge from STEM fields.

Keywords: integration; levels of integration; STEAM approach; specialty; professional training; Higher Education.

Постановка проблеми. Ускладнення техніко-технологічної бази суспільства пов'язане з використанням усе складніших технологій, які потребують від фахівців не лише різноманітних знань і вмінь, здатностей, але й особистісних якостей, що обумовлюють творчу професійну діяльність.

Економічний успіх промислово розвинутих

країн пов'язується з реформами наукової освіти на основі досліджень у когнітивній психології та педагогіці, новими концепціями навчання і змінами характеру професійної діяльності. Стимулювання інтересу до наукової освіти актуалізує пошук нових підходів до навчання. Якщо порівняти можливості окремих дисциплін, орієнтованих на конкретні технології, та STEM і STEAM підходи у навчанні,

то останні дають змогу більш цілісно готувати майбутніх фахівців до роботи у професійному середовищі з урахуванням об'єктивних зовнішніх впливів.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Модернізація змісту та оптимізація навчального матеріалу за допомогою сучасних інструментів завжди були в центрі уваги вітчизняних і зарубіжних учених. Інтеграція як методологія та інструментальний засіб допомагає формувати навчальні курси і динамічні системи на основі її законів та їх наслідків за певними алгоритмами. Досліджувались різні аспекти інтеграції: теоретико-методологічні проблеми інтеграції (С. Гончаренко, Р. Гуревич, І. Козловська, Ю. Козловський, М. Лазарєв); інтеграція в професійній освіті (Н. Абашкіна, Л. Васіна, С. Романова, Л. Пуховська, О. Стечківич, Т. Якимович); гуманітаризація природничих і технічних дисциплін (Л. Клімашевський, Е. Носенко, Л. Сліпчишин, Г. Шестопапов); дослідження з STEM і STEAM освіти (О. Будник, Г. Єльнікова, Д. Коломієць). **Перехід від міждисциплінарного до трансдисциплінарного підходу** актуалізував дослідження нових сфер освіти – STEM і STEAM. Найбільш ґрунтовні дослідження з цих сфер освіти проведені закордонними вченими, зокрема такими як: Р. Бернштайн (R. Root-Bernstein), І. Поллок (I. Pollock), Дж. Мьюррей (J. Murray), Дж. Якман-Лі (G. Yakman Lee) та ін. Водночас як закордоном, так і в Україні недостатньо розкриті особливості та способи впровадження STEAM підходу в професійну вищу освіту, що й зумовило вибір теми дослідження.

Мета статті: на основі аналізу наукового доробку зарубіжних і вітчизняних вчених та освітнього досвіду виокремити особливості впровадження STEAM підходу для вищої освіти. **Завдання:** обґрунтувати основні теоретико-методологічні засади інтеграції різнопредметних знань у контексті STEAM підходу; проаналізувати освітню практику впровадження STEAM підходу для різних фахів у вищій освіті; розглянути характерні способи впровадження та окреслити алгоритм проектування підходу; виокремити особливості впровадження підходу для вищої освіти.

Виклад основного матеріалу. Основними рушійними силами економічного успіху в ХХІ ст. є: орієнтація на майбутні робочі місця, для яких обов'язковою є ІТ компетентність і особливі (м'які) уміння, що мають психологічну природу (здатності творчо і критично мислити, працювати в команді, активно слухати та ін.); освіта для стабільного розвитку, яка є міждисциплінарною,

спрямованою на навколишнє середовище, суспільство, культуру та економіку, на розвиток здібностей вищого порядку. У цьому контексті впровадження STEAM підходу сприяє трансформації навчання за допомогою різних способів пізнання: культурного самопізнання, пізнання відношення, критичного, візуального, етичного та через дію [11].

Потреба в інноваціях, що змінюють світ у напрямі досягнення сталого розвитку, актуалізує створення в освітніх закладах такого навчального середовища, в якому індивідуальна творчість кожного здобувача зможе перейти на продуктивний рівень, використовуючи різні нововведення. У роботах [1; 4; 8; 9] звернено увагу на те, що в інформаційному суспільстві змінюється парадигма освіти і актуалізується необхідність переосмислення ролі образності, візуальності та мистецтва. Нові техніки і технології, що використовуються для формування системи знань на засадах мистецтва, апелюють до емоційного зв'язку з інформацією водночас із естетичною привабливістю, і забезпечують варіативні грані її розуміння.

Методологічною основою STEM і STEAM підходів в освіті є інтеграція, яка здійснюється за рахунок міждисциплінарного зв'язку основних наукових сфер – природничі науки (*Science*), технології (*Technology*), проектування (*Engineering, дизайн*) і математика (*Mathematics*) та мистецтва/гуманітарні науки (*Arts*). Це забезпечує холистичний підхід до освітньої системи, який формує цілісну особистість (за концепцією В. Рибалки).

Упровадження STEM і STEAM підходів в освітню практику викликає багато запитань методологічного, епістемологічного, психолого-педагогічного та методичного характеру. Сьогодні ще відсутня ясність зв'язку поняття “мистецтва” для кожного з них і, відповідно, використовуються різні концепції для пояснення необхідності його впровадження на різних рівнях освіти. Багато науковців, зокрема у вищій професійній освіті, вважають, що він підсилює, гуманізує STEM підхід [5; 11].

Для наукової, професійної освіти важливим питанням є педагогічні та навчальні наслідки міждисциплінарного, а ще більше трансдисциплінарного мислення майбутніх фахівців. Оскільки освіта має соціальний характер, вона повинна відповідати певним очікуванням суспільства, що й визначає її ключові тенденції. Соціальна роль STEM пов'язана з: прийнятою моделлю промислового розвитку, впливом економічних вимог на формування освітніх програм, вихованням науково грамотних

і творчих громадян, які вибирають STEM професії. А роль STEAM залежить від того, який зв'язок переважає: мистецтво в STEM чи STEM у мистецтві (донорний чи акцепторний зв'язок).

Ми погоджуємося з думкою вчених [4, 10–13], що цілі STEM і STEAM підходів є різні, а точки дотику між ними треба шукати в розумінні творчості та значенні мистецтва для кожного рівня освіти і профілів.

STEAM розглядається як вагомий механізм підвищення конкурентоспроможності фахівців на ринку праці, що можна аргументувати так: мистецтво покращує когнітивні показники у всіх предметних галузях, а STEAM підвищує навчальні досягнення з різних дисциплін включенням до них різних елементів розв'язування проблем; поєднання наукової освіти і мистецтва радше сприяє появі інновацій завдяки цілісному (холістичному) підходу; STEAM є мотиватором до опановування STEM професій і формує всебічно розвинутих, працездатних працівників [4, 28].

У роботі [1, 15] наголошено, що передовсім потрібно у терміні “мистецтво” вбачати акт створення, виготовлення важливої для суспільства нової речі, а не лише те, що має тільки художню природу. Акцент на діяльнісній природі творення сприяє переосмисленню STEM у напрямках від опису до досвіду, від продуктів знання до процесів пізнання, від споживання знань до їх виробництва. Осмислення досвіду та процесів пізнання і виробництва знань орієнтує, зі свого боку, на їх гуманітарний характер і психологічну основу, роль особистісних якостей і здатностей.

STEM (STEAM) – це орієнтована на предметні галузі дидактична конструкція, що формує мислення, в якому процеси оперують моделями і досліджують зв'язки між ними. Предметні галузі, які відносять до мистецтва (А), через художні методи і властиві суто гуманітарним дисциплінам методи формують спостережливість, сприйнятливність, чуттєвість, уважність, вчать бачити, візуалізувати, розуміти й узагальнювати, тобто формуються психологічні якості та властивості, необхідні людині в творчій діяльності. Оскільки творчість присутня і в технічній, і в художній сферах, то через вплив художніх методів можна підвищити рівень образності матеріальних об'єктів, перейти до творчої інтерпретації їхніх матеріальних і нематеріальних характеристик. Важливими регуляторами творчого сприймання є інтереси, мотиви, переконання, цінності та вольові зусилля людини.

У колективній праці [4, 65–66] було здійснено

спробу на прикладі кількох регіонів Великої Британії дослідити педагогічний потенціал і завдання STEAM освіти в XXI ст., виявити шляхи переходу до відповідального, динамічного та інклюзивного навчання, а також вплив підходів, заснованих на мистецтві, на зміни наукових концепцій до STEM. За результатами цього дослідження зроблені висновки: 1. Змінились уявлення про знання в науковій та мистецькій сферах, що викликало конфлікт між когнітивним і STEM та STEAM підходами до освіти. Мистецтво розглядається як джерело потенційно можливих способів пізнання, бачення і відносин, але водночас обмежується науковий контекст. 2. Актуальною проблемою є зв'язок між формальною і неформальною освітою та доступом до них. STEAM підхід краще реалізується в неформальному і проєктному навчанні. 3. Засновані на мистецтві підходи і креативна педагогіка сприяють міждисциплінарному та інклюзивному навчанню. Ці висновки орієнтують на доцільні форми, методи і технології навчання та особистісне ставлення педагогів і студентів.

Методичні аспекти впровадження STEAM підходу в освітню практику залежать від розуміння викладачами змісту навчального контенту для конкретного рівня освіти та способів зв'язування виокремлених сфер. Щоб зрозуміти, як реалізуються ці способи, розглянемо такі приклади.

У роботі [2] розглядається модель організації STEAM навчання у вищій освіті на прикладі підготовки майбутніх вчителів початкових класів. Для цієї мети автори вибрали актуальну для громади екологічну тему, яку досліджували в формі міждисциплінарного проєкту. Наведено методіку створення інтегрованого змісту STEAM навчання з урахуванням партнерських зв'язків між закладом вищої освіти, середніми школами і громадою. Оскільки ініціаторами були викладачі математики і природничих наук, вони створили основний контент, який у подальшому доповнювався зв'язками з технікою, технологією і мистецтвом. З кожного напрямку було виокремлено той контент, що інтегрується, або завдання, при виконанні якого відбувається інтеграція. Ключовими умовами усієї роботи були: узгодження програм основних дисциплін (математики і природничих наук) і наукове спрямування навчання з широким використанням статистично-математичних методів. У статті наголошено, що найкраще впроваджують STEAM ті викладачі, які мають ґрунтовні педагогічні знання, розуміють зв'язки між галузями, вміють використовувати технології, керувати студентським

колективом. Роль партнерства викладачів полягає у тому, що за допомогою різного змісту створюється педагогічний досвід, який відповідає чинним стандартам з дисциплін і вимогам освітньої програми. На думку авторів, найкраща модель інтеграції з'являється тоді, коли залучають багато експертів з галузей STEAM.

Досвід використання мистецтва при вивченні природничих наук студентами-гуманітаріями висвітлено в праці [5]. З 2009 р. у коледжі Ваньє (Монреаль, Канада) реалізували проєкт "Мистецтво і наука", який мав на меті підвищити інтерес до науки, розвинути уяву і креативність студентів-гуманітаріїв. Для його впровадження був використаний курс "Історія науки", в якому інтегрувались попередні знання студентів з історії, філософії і мистецтва зі змістом курсу природничих наук (хімія). Провідною ідеєю проєкту було порівняння і протиставлення сучасних змін наукових парадигм з еволюцією уявлень у візуальному мистецтві та виявлення основних закономірностей, що пов'язують природничі науки і візуальне мистецтво. Дидактична концепція ґрунтувалася на тому, що сучасне розуміння наукової освіти пов'язане із усвідомленням сутності знання, яке розглядається як конструкція з взаємопов'язаних ментальних категорій та абстрактних понять. Вона включає інформацію, істини та принципи для конструювання значень про світ. Відповідно до засад соціального конструктивізму, навчальна стратегія передбачає здобування знань студентами через процес відкриття, під час якого постійно відбувається їх уточнення та обговорення з різних точок зору. Для інтеграції здобутої інформації важливими є потенціали окремих дисциплін та інтелектуальні інструменти, які допомагають взаємодіяти з природою дисципліни. Мистецтво разом з гуманітарними дисциплінами допомагає художньо виразити, контекстуалізувати наукові відкриття і концепції на тлі філософських та історичних точок зору. Це дає можливість відчути дух часу і зрозуміти, що наука і мистецтво взаємно впливають один на одного, а наукове знання є ітераційним, не абсолютним, "базується на ментальних моделях, які мають внутрішні обмеження щодо їх застосування" [5, 50].

Оригінальним є дослідження впровадження STEAM підходу у сферу археології на прикладі бакалаврської навчальної програми курсу стародавньої архітектури в університеті Караманогли Мехмедбей (Туреччина). Археологія є соціальною сферою, яка, на перший погляд, далека від STEM, тому лише через STEM-дію, використання

когнітивних навичок можна дійти розуміння сутності STEM. Відповідно до програми дослідження, було заплановано моделювання архітектури старовинних храмів із використанням тогочасних наукових, технічних, інженерних знань і математичних розрахунків. Щоб виявити вплив STEAM підходу на навчальні досягнення, на початку та в кінці експерименту було проведено опитування на тему "Уявіть собі STEM", яке складалось з двох частин – тесту та візуального зображення STEM в архітектурі. До початку дослідження студенти сприймали STEM як щось безглузде і неправильно ідентифіковане, а після впровадження STEAM діяльності у вигляді практики візуалізації розуміння змінилося, особливо з інженерії, технологій та архітектури. Студенти навчилися краще розпізнавати прості машини і використовувати їх при моделюванні, добре засвоїли тогочасні технології та те, які знаряддя ними виготовлялись, навчилися застосовувати інженерні правила поєднання архітектурних частин для міцності будівлі, проєктувати тривимірні моделі з урахуванням відповідних будівельних матеріалів, застосовувати математичні розрахунки. Актуальність відповідних навчальних досягнень пов'язана з сучасними вимогами до знавців старовинної архітектури як експертів [3].

У Thomas коледжі [7] протягом трьох років реалізувалася програма EDGE (Engage – займатися, Develop – удосконалюватися, Guide – керувати, Empower – давати можливість), яка була орієнтована на підвищення самоорганізації та професійний розвиток студентів. Її важливою складовою був курс "Вступ до STEAM", при вивченні якого відповідно до розробленої програми відбувається інтенсивне навчання методом "занурення". Методика впровадження STEAM підходу передбачала проведення 9–10-годинних занурень за п'ять днів (модулів) на ранній стадії навчання у коледжі. Кожен із модулів був присвячений розгляду протилежних ідей та підходів до розв'язку проблем конкретної галузі, життєписів відомих особистостей та історій відкриття, дослідженню особливостей індивідуальної творчості вчених і мистців тощо. В організації освітнього процесу використовувались різноманітні форми (мінілекції, семінари, розробка проєкту, робота в малих і великих групах, командна робота), методи (діалоги, дискусії, огляди наукових статей і звітів, написання есе, перегляд фільмів, складання описів артефактів, ведення щоденника подій, зустрічі) і технології (занурення, інтерактивні, коучингові). Результати дослідження показали, що впровадження STEAM підходу на

ранніх етапах навчання позитивно вплинуло на розвиток дивергентного і критичного мислення, необхідних для встановлювання міждисциплінарних і трансдисциплінарних зв'язків у професійній творчості.

У статті [6] розглядається застосування STEAM підходу в інженерній освіті на прикладі проекту “Водоочищення” з іноземної мови за професійним спрямуванням на хімічному факультеті Національного технічного університету України “КПІ імені Ігоря Сікорського”. Тема проекту була присвячена комплексній проблемі з водоочищення, для розв'язку якої залучались знання з професійно орієнтованих дисциплін, а для візуалізації і підсилення гуманістичної складової – різні художні методи, пов'язані з гуманітарною сферою. Мистецька складова матеріалізувалися через здатності малювати, складати вірші, створювати бренд і відеоконтент. Для кожної з п'яти частин проекту визначались мета, вміння з англійської мови за професійним спрямуванням, творчі вміння та функціональні завдання з мови. За результатами педагогічного експерименту зроблено висновок, що інтегровані проекти здатні позитивно вплинути на якісний рівень професійної іноземної мови, творчість та співпрацю майбутніх інженерів.

На основі аналізу розглянутих цілісних практик впровадження STEAM підходу в освітній процес вищої школи були виявлені найбільш характерні способи реалізації та особливості застосування у професійній освіті.

Упровадження STEAM може відбуватися різними способами: координацією навчальних програм з різних дисциплін, для яких спільною є форма навчальної роботи (проект, курсова робота, диплом), що частково виконується на теоретичних заняттях і в позааудиторний час; реалізація комплексного проекту з професії у позанавчальний час з урахуванням мотивації студентів; використання окремих елементів S.T.E.A.M. сфер відповідно від мети, яку поставив викладач та ін. Щоб вибрати доцільний спосіб, можна використати такий алгоритм: визначити цілі впровадження підходу; проаналізувати потенціал дисципліни та вибрати модель інтеграції (акцепторна дисципліна та донорні дисципліни чи сфери, окремі елементи, акцент на аудиторну чи поза аудиторну / позанавчальну роботу); знайти відповідний контент в дисципліні та в S.T.E.A.M. сферах для реалізації цілей; встановити зв'язки на різних рівнях інтеграції (від міждисциплінарного до трансдисциплінарного); розробити завдання та критерії оцінювання. Водночас більше спостерігається прикладів використання

викладачами окремих елементів STEAM в межах однієї дисципліни, оскільки остаточне рішення про застосування залежить від педагога.

Основні особливості впровадження STEAM підходу у вищу освіту:

1. Для немистецьких фахів має бути чітке усвідомлення доцільності впровадження підходу. Це вирішується через знаходження точок дотику взаємодії професійної галузі зі S.T.E.A.M. сферами. Мистецтво як сфера художньої творчості актуалізує в людини дивергентне, інтуїтивне та візуальне мислення, які зі свого боку, підсилюють абстрактне та дискурсивне мислення, що спрямовані в основному на наукову і технічну творчість. Тому різні діаграми, моделі (особливо тривимірні), математичні зображення, художні аналогії навіть через свою ітеративність здатні показати у фокусі найсуттєвіше. У цьому аспекті застосування різних елементів художньої творчості здатне позитивно вплинути на мисленнєві процеси, а значить і на когнітивні навички та навчальні досягнення.

2. Особлива роль гуманітарних дисциплін у вищій освіті пов'язана з можливістю поглиблення і розширення світогляду у напрямі сталого розвитку суспільства. Гуманітарні дисципліни є джерелом понять, які виходять за дисциплінарні межі і забезпечують базу для інтеграції знань з галузей STEM. Вони стають трансдисциплінарними і важливими для усіх дисциплін. Найбільшими донорами понять є філософія і психологія. Використовуючи їхні поняття, на основі професійно орієнтованого контенту розвивають творче, критичне і дизайн мислення, здібності та вміння, професійно важливі якості.

3. Вища освіта формує еліту суспільства, яка має бути не лише здатною творчо працювати в професійній сфері, але й відповідати за свої рішення, що потребує цілісного розгляду як передумов, так і наслідків. У цьому аспекті STEAM забезпечує цілісний підхід до розгляду професійної проблеми незалежно від профілю підготовки. Психологічною основою цілісного підходу є механізм взаємодії раціонального та образного мислення, який дозволяє працювати з різними типами образів та образними структурами, оперувати образністю та предметністю під час вирішення проблеми.

4. Необхідність урахування особливостей сучасних трендів в суспільстві та виробництві, ускладнення професійної діяльності, зростання ролі візуальної інформації та умінь нею користуватись актуалізували необхідність розвитку візуальної компетентності фахівців різних профілів підготовки. Розвинений візуально-

просторовий інтелект, спираючись на зорове зображення, сприяє виникненню нових образів, а значить і появі нових інновацій.

Висновки. Таким чином, аналіз зарубіжної та вітчизняної освітньої практики впровадження STEAM підходу для різних фахів у вищій освіті показав, що зміни у напрямі досягнення сталого розвитку актуалізують потребу переведення індивідуальної творчості кожного фахівця на продуктивний рівень. Одним із ефективних підходів до розв'язання цього завдання визнано холістичний підхід, який на практиці реалізується через STEM і STEAM освіту. У вищій освіті є певні особливості його впровадження, пов'язані з фаховими обмеженнями. Доцільність впровадження виявляється у тому, що завдяки використанню нових способів пізнання на якісно новий рівень переходить можливість впливу на когнітивні навички і навчальні досягнення майбутніх фахівців. Оскільки є різні способи впровадження як самого підходу, так і його елементів, ключові ролі виконують характер навчального контенту та викладач. **Перспективи** подальших досліджень убачаємо в обґрунтуванні науково-методичного супроводу впровадження STEAM підходу при підготовці інженерів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Boeckel, J. Van (2015). Angels talking back and new organs of perception: Art-making and intentionality in nature experience. *Visual Inquiry: Learning and Teaching Art*, 4(2), pp. 111–122. [in English].

2. Bush, S.B. & Cook, K.L. (2016). Constructing Authentic and Meaningful STEAM Experiences Through University, School, and Community Partnerships. *Journal of STEM Teacher Education*. Vol. 51, Iss. 1, Article 7. DOI: doi.org/10.30707/JSTE51.1Bush <https://ir.library.illinoisstate.edu/jste/vol51/iss1/7> [in English].

3. Cevik, M. (2018). From STEM to STEAM in ancient age architecture. *World Journal on Educational Technology: Current Issues*. 10(4), pp. 221–240. [in English].

4. Colucci-Gray, L., Burnard, P., Cooke, C.,

Davies, R., Gray, D. & Trowsdale, J. (2017). Reviewing the potential and challenges of developing STEAM education through creative pedagogies for 21st learning: how can school curricula be broadened towards a more responsive, dynamic, and inclusive form of education? BERA. <https://jotrowsdale.files.wordpress.com/2017/11/bera-research-commission-report-steam.pdf> [in English].

5. Lima J. & Timm-Bottos, J. (2018). This is not a Pipe: Incorporating Art in the Science Curriculum *The Journal of Teaching and Learning*. Vol. 11, No. 2 (The STEAM Issue). pp. 43–60. <http://dx.doi.org/10.22329/jtl.v11i2.5063> <http://www.uwindsor.ca/jtl> [in English].

6. Pollard, D. & Olizko, Y. (2019). Art and ESP integration in teaching ukrainian engineers. *Advanced Education*. Special Issue 11. pp. 68–75. DOI: 10.20535/2410-8286.147539 [in English].

7. Richard L. Biffle. (2016). Introduction to STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics) – Course Design, Organization and Implementation. 06. <https://thomasstorage1.blob.core.windows.net/wp-media/2017/09/RLB3-STEAM-Article-2016-D8-copy.pdf> [in English].

8. Rolling, J. H., Jr. (2008). Rethinking Relevance in Art Education: Paradigm Shifts and Policy Problematics in the Wake of the Information Age. *International Journal of Education & the Arts*, 9(1), pp. 1–18. [in English].

9. Roughley, M., Smith, K. & Wilkinson, C. (2019). Investigating new areas of art-science practice-based research with the MA Art in Science programme at Liverpool School of Art and Design, Higher Education Pedagogies, 4:1, pp. 226–243. DOI: 10.1080/23752696.2019.1583072 [in English].

10. STEAM into STEM: Linking to the Australian Curriculum. <http://www.acsa.edu.au/pages/images/STEAM%20into%20STEM%20Linking%20to%20the%20Australian%20Curriculum.pdf> [in English].

11. Taylor, P.C. (2018). Enriching STEM with the arts to better prepare 21st century citizens. *American Institute of Physics Conference Proceedings*. 1923, 020002. <https://doi.org/10.1063/1.5019491> [in English].

Стаття надійшла до редакції 10.02.2022



“Знання – настільки дорогоцінна річ, що їх варто здобувати з будь-якого джерела”.
 Абу-ль-Фарадж
 видатний сирійський вчений- енциклопедист

