

УДК 378.016:62

## МОДЕРНІЗАЦІЯ ПРОФЕСІЙНОЇ ТА ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ ПЕДАГОГІВ У КОНТЕКСТІ РОЗВИТКУ STEM-ОСВІТИ

**Шимкова Ірина**, кандидат педагогічних наук, старший викладач кафедри технологічної освіти, економіки і безпеки життєдіяльності, Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського.

ORCID: 0000-0003-0652-9557

E-mail: irina.shym22@gmail.com

**Цвілик Світлана**, кандидат педагогічних наук, доцент, доцент кафедри технологічної освіти, економіки і безпеки життєдіяльності, Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського.

ORCID: 0000-0002-0335-5760

E-mail: tsvilyksv@gmail.com

**Гаркушевський Володимир**, кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри технологічної освіти, економіки і безпеки життєдіяльності, Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського.

ORCID: 0000-0002-5807-4446

E-mail: savich2608@meta.ua

*Стаття присвячена актуальній проблемі сучасної педагогічної освіти – модернізації професійної підготовки майбутніх учителів трудового навчання та технологій на засадах STEM-орієнтованого підходу.*

*Метою роботи є визначення ролі і місця учителя трудового навчання та технологій предмету «Технології» у системі STEM-освіти. Завданнями роботи є проведення системного аналізу сучасних тенденцій розвитку технологічної освіти в Україні та за кордоном, пошук шляхів удосконалення професійної підготовки учителів.*

*Модернізація системи технологічної освіти розглядається як один із чинників успішної реалізації завдань розвитку STEM-освіти. Автори дослідження широко використовують досвід і матеріали вчених з США та Великої Британії.*

*Визначено перспективи розвитку технологічної освіти, обґрунтовано необхідність подальших досліджень теоретичних і методичних основ впровадження STEM-навчання в освітній галузі «Технології».*

***Ключові слова:** технологічна освіта, технології, вчитель трудового навчання та технологій, освітні інновації, STEM, STEM-освіта, STEAM, природничо-математичні дисципліни.*

## MODERNIZATION OF PROFESSIONAL AND TECHNOLOGY TRAINING FOR INTENDING TEACHERS IN THE CONTEXT OF STEM-EDUCATION DEVELOPMENT

**Shymkova Iryna**, Ph.D. in Pedagogics, Senior Lecturer at the Department of Technology Education, Economics and Life Safety, Vinnitsya Mykhailo Kotsiubynskyi State Pedagogical University.

ORCID: 0000-0003-0652-9557

E-mail: irina.shym22@gmail.com

**Tsvilyk Svitlana**, Ph.D. in Pedagogics, Associate Professor, Associate Professor at the Department of Technology Education, Economics and Life Safety, Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynskyi State Pedagogical University.

ORCID: 0000-0002-0335-5760

E-mail: tsvilyksv@ gmail.com

**Harkushevskiy Volodymyr**, Ph.D. in Technology, Associate Professor, Head of the Department of Technology Education, Economics and Life Safety, Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynskyi State Pedagogical University.

ORCID: 0000-0002-5807-4446

E-mail: savich2608@meta.ua

*The supply of highly qualified scientists, technologists, engineers and mathematicians is perceived as being vital in the development of the national economy. The development of STEM education is one of the most promising ways to solve this problem, an integral part of achieving that is the proper training of STEM-discipline teachers.*

*Modernization of the teacher training system for labor education and technology, the definition of the role and place of technological education is essential for the effective implementation of STEM-training, since without building the appropriate level of technological culture of all participants in the educational process, a full-fledged implementation of the STEM-oriented approach to learning is impossible.*

*The article is devoted to the relevant problem of modern pedagogical education – the professional training of intending teachers of labor education and technologies to the introduction of STEM-education, innovative learning technology.*

*The purpose of the paper is to determine the role and place of the technology teacher and the subject of “Technology” in the STEM system. The tasks of the paper are to carry out a systematic analysis of modern trends in the development of technological education in Ukraine and abroad, and to find ways to improve the professional training of teachers.*

*Modernization of technological education system is considered as one of the factors for successful implementing the tasks of developing STEM-education. The authors of the study widely use the experience and materials of scientists from the United States and Great Britain.*

*Findings from this study demonstrate teacher’s recognition and implementation of STEM education, their knowledge and understanding of that knowledge, which is actually linked to the effectiveness of STEM delivery with their own learning practice.*

*The perspectives of technological education development are determined, the necessity of further researches of theoretical and methodical bases for introduction of STEM-learning in the educational branch of “Technologies” is substantiated.*

**Keywords:** *technology education, technology teacher, educational innovations, STEM, STEM education, STEAM, natural and mathematical disciplines.*

Забезпечення підготовки висококваліфікованих вчених, технологів, інженерів і математиків в реаліях сьогодення визнано життєво важливим орієнтиром розвитку національної економіки. Розвиток STEM-освіти є одним із важливих, перспективних шляхів вирішення цього завдання, невід’ємною складовою для його розв’язання є належна підготовка учителів STEM-дисциплін.

Модернізація системи підготовки вчителів трудового навчання і технологій, визначення ролі і місця технологічної освіти має важливе значення для ефективного впровадження STEM-навчання, оскільки без формування відповідного рівня технологічної культури всіх учасників освітнього процесу неможливою є повноцінна реалізація STEM-орієнтованого підходу до навчання.

Дослідженню питання трудової підготовки в школі присвятили свої праці такі

вітчизняні науковці, як О. Коберник, М. Корець, В. Кузьменко, В. Мадзігон, О. Мороз, В. Мусієнко, В. Сидоренко, В. Стешенко, Г. Терешук, В. Титаренко, О. Торубара, Д. Тхоржевський та ін.

Теоретичні основи STEM-освіти досліджували Н. Балик, О. Барна, В. Величка, Т. Журавель, О. Данилова, О. Патрикєєва, О. Лозова, С. Горбенко, Н. Гончарова. Закордонний досвід упровадження STEM-освіти описано в дослідженнях Р. Байбі, Д. Мойє, М. Сандерса, Д. Белла та ін.

Метою статті є з'ясування актуальних проблем професійної підготовки учителя трудового навчання та технологій та визначенні можливих шляхів їхнього вирішення, а також формування власних поглядів щодо сучасних тенденцій розвитку освітньої галузі «Технології» за умов розвитку STEM-освіти.

Суспільство знань та інформації ставить перед людством нові виклики і виокремлює значні можливості для розв'язання його головних проблем, а також забезпечення подальшого розвитку [3]. Запровадження нової техніки і технологій, зростання обсягів знань про перетворення матеріалів, енергії й інформації вимагають підвищення рівня технологічної культури підрастаючого покоління через ефективну технологічну освіту [5]. Компетентність у технологіях є однією із ключових компетенцій, на які орієнтовано STEM-підхід у навчанні [7]. Стандартом освітньої галузі «Технології» метою технологічної підготовки учнів визначено формуванні технічно, технологічно і комп'ютерно освіченої особистості, підготовленої до життя й активної природовідповідної предметно-перетворюючої діяльності в умовах сучасного високотехнологічного інформаційного суспільства, що вирішується впродовж усіх вікових періодів розвитку учнів. Технологічна освіта учнів традиційно здійснюється впродовж усього періоду навчання в школі.

Розвиток суспільства має циклічну співзалежність з розвитком технологій, вони є невід'ємною частиною повсякденного життя – від примітивного первісного суспільства з технологіями, на кшталт добування вогню тертям, до сучасного суспільства знань. З часом технології зазнали значних змін, і якщо донедавна під технологією визначалась проста навичка, то на початку XXI століття технологія – це складний комплекс знань, а наші потреби та вимоги до технологій продовжують зростати і ускладнюватись. В Україні значна увага приділяється проблемам вдосконалення технологічної підготовки молоді, відбувається переусвідомлення науковцями назви галузей знань і навчальних предметів, окреслюються перспективні шляхи модернізації технологічної освіти учнів загальноосвітніх навчальних закладів [9].

Водночас, учені зазначають, що на зламі XX–XXI ст. технологічна освіта втратила свої позиції, і пов'язують це зі зміною трудової орієнтації та девальвацією поняття праці, а також відзначають суттєве погіршення іміджу навчального предмета [9, с. 33–35]. Висловлюючи побоювання щодо майбутнього освітньої галузі «Технології», В. Бойчук песимістично вважає, що впродовж останніх 10–15 років технологічна освіта остаточно втратила свої позиції в загальноосвітній школі. На думку вченого, назріла необхідність перегляду місця курсу «Технології» в навчальному плані загальноосвітньої школи та модернізації змісту навчання технологій. Зміст курсу має набути загальноосвітнього і культурологічного характеру за умови узагальнення спеціальних знань і вмій [2]. З таким трактуванням можливо погодитись лише

частково. Останнім часом, навпаки, зацікавленість у навчанні технологій як виробничого, так і життєвого характеру зростає, про що свідчать активні обміни й обговорення інформації у мережі Інтернет як поміж практиків-педагогів і учнів та студентів, так і серед активних користувачів-аматорів.

В. М. Зуєв підкреслює, що визначення змісту навчання технологій перегукується із сучасним філософським трактуванням цього поняття: якщо раніше вважалося, що технологія – це знання про те, як виробляти об'єкти переважно речової форми, то сьогодні беззаперечним і доцільним є поширення поняття «технологій» на сферу різних форм матеріальної та ідеальної предметності. Завдяки технологіям з'ясовуються механізми взаємозв'язків не лише в системі «природа – матеріальне виробництво – суспільство – людина – наука», але й в інших аспектах суспільного життя [4].

Навчальний предмет «Технологія» в обов'язковому порядку вивчається в школах Великої Британії, Франції, ФРН, США, Австралії, Ізраїлю, Нідерландів та у багатьох інших країнах [5]. В усвідомленні кризи вітчизняної освітньої галузі «Технології» важливе значення відіграє вивчення зарубіжного досвіду. Так, проведене у 2009 р. дослідження Д. Мойє виявило, що професія учителя технологій у США переживає «критичну ситуацію» [12, с. 30]. Вчений зазначив: «...впродовж останніх двох десятиліть кількість вчителів технологічної освіти в США різко скоротилася, а державні експерти очікують в найближчому майбутньому закриття відповідних освітніх програм». На думку Д. Мойє, технологічна освіта – чудовий формат для інтеграції науки, техніки, інженерії та математики (STEM), розвитку математичних здібностей, проте переваги технологічної освіти все ще залишаються, як правило, незрозумілими для громадськості [12, с. 30; 13]. Тут можна провести певні паралелі між поглядами українського та американського освітнього простору. Сьогодні в Україні вчені окремої державної наукової установи – Інституту модернізації змісту освіти напрацьовують теоретико-методологічні та методичні засади напрямів STEM-освіти. В офіційному листі Інституту зазначено, що STEM-навчання спрямоване на посилення підготовки учнівської молоді передусім з предметів природничо-математичного циклу, ефективність STEM-навчання залежить від забезпечення предметів природничо-математичного циклу. Якість запровадження STEM-освіти багато в чому визначається компетентністю та рівнем професійної діяльності науково-педагогічних працівників [8].

Результати дослідження британського вченого Д. Белла показують, що сприйняття вчителем принципів STEM, їхнє опрацювання й усвідомлення насправді пов'язані з досвідом ефективного використання STEM-підходу у власній навчальній діяльності [10].

М. Сандерс, виділяючи інтегративну роль вчителя (викладача) технологій у реформуванні STEM-освіти, підкреслює, що STEM – це *учителі* природничих наук (science), технологій (technology), математики (mathematics) – *STEM-педагоги* (STEM educators), що працюють у STEM-освіті (STEM education); літера **T** (technology) в акронімі **STEM** часто помилково трактується виключно як комп'ютерні технології в навчанні (курсів автора) [14].

Р. Байбі пише, що нині час формує нові обставини, STEM-освіта вимагає посилення ролі технологій у шкільних навчальних програмах. Технології варто трактувати широко, не обмежуючись, як це часто трапляється, інформаційно-

комунікаційними технологіями (КТ). Зростає роль інженерних знань, що стають інструментом реалізації проблемного навчання та запровадження інновацій [11].

Таким чином, підсумовуючи викладене вище, можна зробити висновок, що STEM – це передусім єдина система технологічної освіти природничо-математичних і професійно-орієнтованих дисциплін.

На основі аналізу теоретико-методологічних засад створення інноваційної моделі STEM-освіти дослідниками визначено підходи до впровадження моделі STEM-навчання у педагогічному університеті. Такими засадами вважається перехід до інноваційного навчання шляхом використання методів проектно-орієнтованого навчання [1].

Можна стверджувати, що науково-методичні засади організації STEM-освіти – засади проектно-орієнтованого навчання, проектно-технологічної системи навчання технологій і проектно-технологічної діяльності є спільними. В процесі проектно-технологічної діяльності формується творче мислення учнів, їхня здатність розв'язувати проблеми у різних сферах життя. Формування і розвиток проектно-технологічної компетентності є метою освітньої галузі «Технології».

У реалізації програми впровадження STEM-освіти в педагогічних навчальних закладах науковці особливу роль відводять методам проектно-орієнтованого навчання, що залучають студентів до процесу набуття знань, умінь і навичок за допомогою дослідницької діяльності, яка базується на комплексних технічних проблемах [6].

Згідно з ідеєю STEM-освіти учні у школі, студенти у вишах навчаються застосовувати знання з різних наук, технологій, інженерної творчості та креативного мислення для вирішення проблем реального життя. Додавання мистецтв до STEM з переходом до STEAM передбачає включення творчого мислення та прикладного мистецтва в реальні ситуації. Літера А (Arts) в акронімі означає творчі, художні дисципліни. Варто зазначити, що основні принципи та практика STEM та STEAM (STEM із «творчою» складовою) однакові – це інтеграція основ наук, техніки, інженерії, мистецтв і математики. Під «мистецтвом» (Arts) у концепції впровадження STEAM-навчання у системі підготовки учителів трудового навчання та технологій варто перш за все розуміти навчання основ моделювання, художньо-технічного проектування, графічного і промислового дизайну тощо. Застосування STEAM-підходу в навчанні технологій сприятиме усвідомленню багаторівневих зв'язків між різними аспектами сучасного виробництва продукції чи надання послуг, розуміння ролі дизайну. Саме в дизайні поєднується художньо-предметне мистецтво і науково обґрунтована інженерна практика.

На рис. 1 наведено діаграму загальної структури науково-методичної бази STEM-освіти [15].

Щоб бути конкурентоспроможними та готовими до викликів, у системі підготовки учителів трудового навчання і технологій необхідно вже сьогодні у процесі навчання фахових дисциплін впроваджувати ідеї STEM-навчання технологій майбутнього, відслідковувати тенденції в освітній галузі та адекватно реагувати на них. Впровадження STEM-освіти у педагогічному університеті у процесі підготовки майбутніх учителів трудового навчання та технологій, під час підвищення кваліфікації учителів-практиків потребує апробації та методичного супроводу.



Рис. 1. База STEM-освіти

Запроваджуючи інновації, які мають забезпечити підготовку нового вчителя, варто пам'ятати, що в закордонних джерелах (наукових і практичних), у практиці інших освітніх систем можна знаходити нові ідеї та ефективно використовувати відкриті інновації, що дасть можливість враховувати досвід використання таких інновацій та ефективно адаптувати їх до певних умов професійної підготовки майбутніх педагогів.

Підготовка вчителів трудового навчання та технологій нової формації є одним із ключових завдань реформи освітньої галузі України, що набуває особливого значення в контексті реалізації концепції «Нової української школи» та розвитку STEM-освіти.

Педагогічні університети нині проєктують нові системи, моделюють освітні процеси та напрацьовують низку заходів, що забезпечать підготовку вчителя готового до роботи в інтегрованій системі природничо-математичних і технологічних дисциплін. Окремі заходи обумовлені появою науково-технічних, технологічних інновацій, їхнім коригуванням та розвитком. Це так чи інакше торкається і обумовлює актуальність змін та інновацій освітньої галузі «Технології». Сучасна наука і технології розвиваються дуже динамічно. Щоб скористатися перевагами сучасних технологій та інновацій в освіті, варто напрацьовувати теоретичні та методичні основи зокрема STEM-освіти, що дозволять освіті бути рівноприскореною з темпами суспільних змін і сприятимуть розвитку освітньої галузі.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Балик Н. Р. Підходи та особливості сучасної STEM-освіти. *Фізико-математична освіта*, 2017. Вип. 2. С. 26–30. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/fmo\\_2017\\_2\\_6](http://nbuv.gov.ua/UJRN/fmo_2017_2_6).
2. Бойчук В. М. Сучасні тенденції технологічної освіти в Україні. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми*. Вінниця, 2016. Вип. 46. С. 5–8. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Sitimn\\_2016\\_46\\_3](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Sitimn_2016_46_3).

3. Згуровський М. Суспільство знань та інформації – тенденції, виклики, перспективи. URL: [https://dt.ua/ECONOMICS/suspilstvo\\_znan\\_ta\\_informatsiyi\\_tendentsiyi\\_viklyki\\_perspektivi.html](https://dt.ua/ECONOMICS/suspilstvo_znan_ta_informatsiyi_tendentsiyi_viklyki_perspektivi.html).
4. Зуєв В. М. Поняття технології в сучасній філософії. *Вісник Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут». Філософія. Психологія. Педагогіка*. Київ, 2010. № 3. С. 23–26. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/VKPI\\_fpp\\_2010\\_3\\_4](http://nbuv.gov.ua/UJRN/VKPI_fpp_2010_3_4).
5. Коберник О. М. Технологічна освіта учнів в Україні у XXI столітті. URL: [http://rusnauka.com/13\\_NPN\\_2010/Pedagogica/66067.doc.htm](http://rusnauka.com/13_NPN_2010/Pedagogica/66067.doc.htm).
6. Коломієць А. М. Впровадження елементів STEM-освіти у процес підготовки майбутніх педагогічних працівників. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методи навчання: досвід, тенденції, перспективи*. Збірник тез за матеріалами Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції з міжнародною участю (м. Тернопіль, 9–10 листопада, 2017). Тернопіль, 2017. № 1. С. 49–53. URL: [http://conf.fizmat.tnpu.edu.ua/media/archive/09.11.2017\\_TZBVb51.pdf](http://conf.fizmat.tnpu.edu.ua/media/archive/09.11.2017_TZBVb51.pdf)
7. Мельник І. Ю., Нефьодова Г. Д., Задирей Н. М. STEM-навчання як основа технологічної грамотності університетської освіти. *Теоретико-практичні проблеми використання математичних методів та комп'ютерно-орієнтованих технологій в освіті та науці*: зб. матеріалів II Всеукр. конференції, 28 березня 2018 р., м. Київ. Київ: Ун-т ім. Б. Грінченка, 2018. С. 54–57 URL: [http://elibrary.kubg.edu.ua/id/eprint/25739/1/I\\_Melnyk\\_Konf\\_2018\\_FITU.pdf](http://elibrary.kubg.edu.ua/id/eprint/25739/1/I_Melnyk_Konf_2018_FITU.pdf)
8. Методичні рекомендації щодо розвитку STEM-освіти у закладах загальної середньої та позашкільної освіти на 2018/2019 навчальний рік. *Лист ІМЗО № 22.1/10-2573 від 19.07.18 року*. URL: [https://drive.google.com/file/d/1jwoLpGOXiRH5v9OPS1s4ALi1\\_THWJ-Ts/view](https://drive.google.com/file/d/1jwoLpGOXiRH5v9OPS1s4ALi1_THWJ-Ts/view)
9. Ткачук С. І., Коберник О. М. Основи теорії технологічної освіти: навч. посіб. Умань: Візаві, 2014. 304 с.
10. Bell, Dawne (2016). The reality of STEM education, design and technology teachers' perceptions: a phenomenographic study. *International Journal of Technology and Design Education*, 26(1). 61–79. doi: <https://doi.org/10.1007/s10798-015-9300-9>.
11. Bybee, R. W. (2010). Advancing STEM Education: A 2020 Vision. *Technology and Engineering Teacher*, 70, 30–35.
12. Moye, J. J. (2009). Technology education teacher supply and demand – A critical situation. *The Technology Teacher*, 69(2), 30–36. URL: <https://www.iteea.org/File.aspx?id=85468&v=6815d335>.
13. Sanders, M. E. (2000). Web-based portfolios for technology education: A personal case study. *Journal of Technology Studies*, (1), 11–18.
14. Sanders, M. (2009). STEM, STEM education, STEMmania, *The Technology Teacher*, vol. 68, no. 4, pp. 20–26, 2009. URL: <https://vtechworks.lib.vt.edu/bitstream/handle/10919/51616/STEMmania.pdf?sequence>
15. STEM: проблеми та перспективи. Н. Морзе, Київський Університет імені Бориса Грінченка 19 серпня 2016. URL: <https://www.slideshare.net/ippo-kubg/stem-65590054>.

## REFERENCES

1. Balyk, N. P. (2017). Pidkhody ta osoblyvosti suchasnoi STEM-osvity. *Physical and Mathematical Education*, issue 2, 26–30. [in Ukrainian] URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/fmo\\_2017\\_2\\_6](http://nbuv.gov.ua/UJRN/fmo_2017_2_6).
2. Boichuk, V. M. (2016). Suchasni tendentsii tekhnolohichnoi osvity v Ukraini. *Modern informational technologies and innovative methods in professional training: methodology, theory, experience, problems, issue 46*, 5–8. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Sitimn\\_2016\\_46\\_3](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Sitimn_2016_46_3) [in Ukrainian].
3. Zghurovskiy, M. (2003). Suspilstvo znan ta informatsiyi – tendentsii, vyklyky, perspektivy. URL: [https://dt.ua/ECONOMICS/suspilstvo\\_znan\\_ta\\_informatsiyi\\_tendentsiyi\\_viklyki\\_perspektivi.html](https://dt.ua/ECONOMICS/suspilstvo_znan_ta_informatsiyi_tendentsiyi_viklyki_perspektivi.html) [in Ukrainian].
4. Zuiev, V. M. (2010). Poniattia tekhnolohii v suchasni filosofii. *Visnyk of the NTUU “KPI”. Philosophy. Psychology. Pedagogics*, No 3, 23–26. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/VKPI\\_fpp\\_2010\\_3\\_4](http://nbuv.gov.ua/UJRN/VKPI_fpp_2010_3_4) [in Ukrainian].
5. Kobernyk, O. M. (2010). Tekhnolohichna osvita uchniv v Ukraini u XXI stolitti. URL: [http://rusnauka.com/13\\_NPN\\_2010/Pedagogica/66067.doc.htm](http://rusnauka.com/13_NPN_2010/Pedagogica/66067.doc.htm).
6. Kolomiets, A. M. (2017). Vprovadzhennia elementiv STEM-osvity u protses pidhotovky maibutnix pedahohichnykh pratsivnykiv. *Suchasni informatsiini tekhnolohii ta innovatsiini metodyky navchannia: dosvid, tendentsii, perspektivy*. A collection of abstracts on the materials of the All-Ukrainian scientific and practical Internet conference with international participation (Ternopil, November 9–10, 2017), 49–53. URL: [http://conf.fizmat.tnpu.edu.ua/media/archive/09.11.2017\\_TZBVb51.pdf](http://conf.fizmat.tnpu.edu.ua/media/archive/09.11.2017_TZBVb51.pdf) [in Ukrainian].

7. Melnyk, I. Yu., Nefodova, H. D., Zadyrei, N. M. (2018). STEM-navchannia yak osnova tekhnolohichnoi hramotnosti universytetskoï osvity. Teoretyko-praktychni problemy vykorystannia matematychnykh metodiv ta komp'iuerno-oriientovanykh tekhnolohii v osviti ta nautsi: Collection of Materials II Scientific and Practical Conference, March 28<sup>th</sup>, 2018, Borys Grinchenko Kyiv University, 54–57. URL: [http://elibrary.kubg.edu.ua/id/eprint/25739/1/I\\_Melnyk\\_Konf\\_2018\\_FITU.pdf](http://elibrary.kubg.edu.ua/id/eprint/25739/1/I_Melnyk_Konf_2018_FITU.pdf) [in Ukrainian].
8. Methodological recommendations for the development of STEM education in general secondary and non-formal education institutions for the 2018/2019 school year. Institute of education content modernization, Mail No 22.1/10-2573 of 19.07.18. URL: [https://drive.google.com/file/d/1jwoLpGOXiRH5v9OPS1s4ALi1\\_THWJ-Ts/view](https://drive.google.com/file/d/1jwoLpGOXiRH5v9OPS1s4ALi1_THWJ-Ts/view) [in Ukrainian].
9. Tkachuk, S. I., Kobernyk, O. M. (2014). *Osnovy teorii tekhnolohichnoi osvity: navchalnyi posibnyk*. Uman: Vizavi.
10. Bell, Dawne (2016). The reality of STEM education, design and technology teachers' perceptions: a phenomenographic study. *International Journal of Technology and Design Education*, 26(1), 61–79. doi: <https://doi.org/10.1007/s10798-015-9300-9>.
11. Bybee, R. W. (2010). Advancing STEM Education: A 2020 Vision. *Technology and Engineering Teacher*, 70, 30–35.
12. Moye, J. J. (2009). Technology education teacher supply and demand – A critical situation. *The Technology Teacher*, 69(2), 30–36. URL: <https://www.iteea.org/File.aspx?id=85468&v=6815d335>.
13. Sanders, M. E. (2000). Web-based portfolios for technology education: A personal case study. *Journal of Technology Studies*, (1), 11–18.
14. Sanders, M. (2009). STEM, STEM education, STEMmania. *The Technology Teacher*, vol. 68, no. 4, pp. 20–26, 2009. URL: <https://vtechworks.lib.vt.edu/bitstream/handle/10919/51616/STEMmania.pdf?sequence>.
15. STEM: Problems and perspectives. (2016). N. Morze, Borys Grinchenko Kyiv Universit, August 19<sup>th</sup>, 2016 URL: <https://www.slideshare.net/ippo-kubg/stem-65590054> [in Ukrainian].