

УДК 378.016:62

ІННОВАЦІЙНА ПІДГОТОВКА МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ТРУДОВОГО НАВЧАННЯ ТА ТЕХНОЛОГІЙ ЗАСОБАМИ STEAM-ПРОЄКТУВАННЯ

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

ORCID: 0000-0003-0373-6008

E-mail: victorsolovey79@gmail.com

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

ORCID: 0000-0001-6126-9546

E-mail: vito_g@meta.ua

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

У статті розглянуто актуальну проблему сучасної педагогічної освіти – напрацювання інноваційного напрямку підготовки майбутніх учителів трудового навчання та технологій засобами STEAM-проектування. Метою статті є обґрунтування інноваційної підготовки майбутніх учителів трудового навчання та технологій засобами STEAM-проектування. Встановлено, що в студентські проекти відображають завдання інтеграції змісту різних предметних галузей для опису системи перетворювальної діяльності і реалізують обґрунтовані конструктивно-технологічні рішення виробів або технологічних процесів.

***Ключові слова:** учитель трудового навчання та технологій, інноваційне навчання, інтеграція, STEAM-проектування, загальні й фахові компетентності, творчі проекти, технологічні процеси, набір шахів.*

FUTURE TEACHERS' OF LABOR TRAINING AND TECHNOLOGY INNOVATIVE PREPARATION BY MEANS OF STEAM-DESIGN

Solovei Viktor, PhD in Pedagogical Sciences, Senior Lecturer at the Department of Technology Education, Economics and Life Safety, Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynskyi State Pedagogical University.

ORCID: 0000-0003-0373-6008

E-mail: victorsolovey79@gmail.com

Hlukhaniuk Vitalii, PhD in Pedagogical Sciences, Senior Lecturer at the Department of Technology Education, Economics and Life Safety, Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynskyi State

Pedagogical University.

ORCID: 0000-0001-6126-9546

E-mail: vito_g@meta.ua

Shymkova Iryna, PhD in Pedagogical Sciences, Senior Lecturer at the Department of Technology Education, Economics and Life Safety, Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynskyi State Pedagogical University.

ORCID: 0000-0003-0652-9557

E-mail: irina.shym22@gmail.com

The article deals with the actual problem of modern pedagogical education – development of innovative direction of professional training of future teachers of labor training and technologies by means of STEAM-designing. The purpose of the article is to substantiate an innovative methodology for implementing the content of STEAM-education through the organization of creative projects of future labor training and technology teachers. Developing innovative training for teachers of vocational training and technology is essential for the effective implementation of STEAM design in secondary education, since without the formation of technological culture of all participants in the educational process it is impossible to fully implement the STEAM-oriented approach to learning. When teaching technology in high school, STEAM-education reflects the application of scientific, technical and artistic knowledge in real life through the practical activities of students. Students design and manufacture technological and artistic products. During the pedagogical practice of students at school, it has been found out that STEAM projects develop critical thinking and problem-solving skills needed to overcome the difficulties students may face in real life. In addition, STEM projects are characterized by active communication and teamwork. During the project discussion stage, a free atmosphere is created for discussions and opinions. Teacher training in higher education institutions should be closely linked to project activities based on STEM education.

Creative student projects display links to educational material from different disciplines. The future teacher of labor training and technology should be able: to fulfill the tasks of integration in many subject areas; to use knowledge from different disciplines to describe the system of transformative activity; to make sound structural and technological decisions and put them into practice; to choose rational ways; to plan, predict and evaluate efficiency of transformative activity; to create models of products or processes.

Keywords: teacher of labor training and technologies, innovative training, integration, STEAM-design, general and professional competences, creative projects, technological processes, chess set.

Нині педагоги України працюють в умовах оновлення моделі освіти, реалізації концепції «Нова українська школа», запровадження ефективних підходів у навчанні технологій, зокрема й STEM-освіти. Нові вимоги суспільства до освітнього простору спричинили становлення нової парадигми STEM-навчання (science – наука, technology – технологія, engineering – інженерія, math – математика) у закладах загальної середньої освіти (ЗЗСО), що є одним із чинників формування інноваційного вчителя трудового навчання та технологій, який очікувано матиме комплекс загальних і фахових компетентностей, що відповідає вимогам сьогодення [5]. Навчальний план ґрунтується на ідеї навчання студентів із застосуванням міждисциплінарного та прикладного підходів. STEM-освіта окремі дисципліни інтегрує в єдину схему навчання [7]. Ми вбачаємо важливий аспект інноваційної підготовки вчителя трудового навчання та технологій на засадах розвитку STEAM-проектування (science – наука, technology – технологія, engineering – інженерія, art – мистецтво math – математика), тобто STEM-проектування з мистецьким концептом.

Актуальність STEM-освіти визначають закони України («Про освіту», «Про

загальну середню освіту», «Про позашкільну освіту», «Про наукову та науково-технічну діяльність», «Про інноваційну діяльність»), Указ Президента України «Про Національну стратегію розвитку освіти в Україні на період до 2021 року», наказ Міністерства освіти і науки України від 17.05.2017 р. № 708 «Про проведення дослідно-експериментальної роботи всеукраїнського рівня за темою «Науково-методичні засади створення та функціонування Всеукраїнського науково-методичного віртуального STEM-центру (ВНМВ STEM-центр)» на 2017–2021 рр.» та іншими нормативними документами.

Дослідники Н. Балик, О. Барна, В. Величка, Т. Журавель, О. Данилова, О. Патрикєєва, О. Лозова, С. Горбенко, Н. Гончарова активно напрацьовують теоретичні основи STEM-освіти у вітчизняному освітньому просторі. Серед вартих уваги закордонних досліджень STEM-освіти є роботи Р. Байбі, Д. Белла, Д. Мойє, Т. Перро, М. Сандерса та ін. Методичні аспекти запровадження STEM-освіти під час трудового навчання учнів ЗЗСО висвітлено в роботах В. Бурдуна, Г. Джевага, А. Терещука, В. Сидоренка, В. Стешенка та інших науковців педагогічної галузі.

Проте проблеми інноваційного навчання майбутніх учителів трудового навчання та технологій на засадах комплексного підходу до STEM і STEAM-освіти в закладах вищої освіти (ЗВО) України розглянуто недостатньо [10]. М. Сандерс, виокремлюючи інтегративну роль учителя (викладача) технологій у STEM-освіті, підкреслює, що її забезпечують учителі природничих наук (science), технологій (technology), математики (mathematics) – STEM-педагоги (STEM educators). Іноді літера Т (technology) в акронімі STEM часто помилково трактується виключно як комп'ютерні технології в навчанні [14, с. 20–26].

Метою статті є обґрунтування інноваційної методики реалізації змісту STEAM-освіти через організацію творчих проєктів майбутніх учителів трудового навчання та технологій, що є важливим для ефективного впровадження STEAM-проєктування в середній освіті, оскільки без формування технологічної культури всіх учасників освітнього процесу неможливою є повноцінна реалізація STEAM-орієнтованого підходу в навчанні.

У сучасних педагогічних дослідженнях зазначено, що стрімкий розвиток технологій зумовлює популяризацію та світову перспективу таких професій: програміст, IT-фахівець, інженер, фахівці біо- і нанотехнологій тощо. Незабаром з'являться професії, про які нині навіть уявляти важко, і вони будуть пов'язані з технологіями і високотехнологічним виробництвом в інтеграції з природничими науками [3]. Ми погоджуємось з думкою Д. Мойє, що технологічна освіта – чудовий формат для інтеграції науки, техніки, інженерії та математики (STEM), розвитку математичних здібностей, проте переваги технологічної освіти все ще залишаються, що прикро, незрозумілими для громадськості [13].

Попри цю невизначеність сьогодні в багатьох країнах поняття «STEM-освіта» все активніше впроваджується в різні освітні програми, створюються STEM-центри, проводяться міжнародні конференції з цього напрямку. Українська система освіти долучена до впровадження STEM-навчання, що поєднує міждисциплінарний і проєктний підходи. Основою STEM-навчання є інтеграція природничих наук у технологіях, інженерній творчості і математиці. Ефективне впровадження STEM-

навчання вимагає проєктування навчальних планів, коли скасовується навчання природничо-математичних та технічних дисциплін як самостійних. Під час навчання технологій у середній школі STEM-освіта засобами практичних занять демонструє учням застосування науково-технічних знань у життєвих реаліях. Вони розробляють, удосконалюють і розвивають технологічні продукти (вироби), створюють прототипи реальних виробів. За умов STEM-проєктування розвиваються здатності критичного мислення та вирішення проблем, необхідні для подолання труднощів, з якими учні можуть зустрітися в реальному житті. STEM-проєкти відрізняються активною комунікацією й командною роботою учасників, адже під час обговорення проєктів створюється вільна атмосфера для дискусій і висловлювання думок [6].

Іноді STEM-освіту ще називають «навчанням навпаки», коли ланцюжок «від теорії до практики» зазвичай зворотний: спочатку – гра, придумування та майстрування пристроїв і механізмів, а вже потім, у процесі цієї діяльності, – опанування теорії і нових знань» [11, с. 8–9].

З огляду на зазначені думки й трактування, у роботах Р. Байбі наголошено, що нині формуються нові обставини і STEM-освіта вимагає посилення ролі технологій у шкільних навчальних програмах. Зокрема, технології варто трактувати широко, не обмежуючись, як це іноді трапляється, інформаційно-комунікаційними технологіями (ІКТ). Зростає роль інженерних знань, що стають інструментом реалізації проблемного навчання та запровадження інновацій [12, с. 30–35].

Численні наукові дослідження переконливо доводять, що проєктні технології мають широку сферу застосування в різноманітних галузях знань, у навчанні будь-якого предмету, підвищують навчальну мотивацію, розвивають пізнавальний інтерес, творчі здібності тощо [2].

Уроки трудового навчання мають потужний потенціал для інтеграції з шкільними предметами. Прикладна спрямованість трудового навчання в основній школі (5–9 класи) та навчання технологій у старшій школі (9–11 класи) дозволяє знайти багато тем для проведення бінарних уроків та інтеграції знань з різних предметів для вирішення практичних завдань. Наприклад, це можуть бути бінарні уроки трудового навчання й математики (вивчення певних правил математики і їх практичне застосування у вирішенні практичних завдань з трудового навчання), бінарні уроки трудового навчання й фізики (вивчення фізичних законів і їх урахування під час проєктування, виготовлення, оздоблення виробів). Ймовірними є спільні теми трудового навчання й української мови, хімії, інформатики (наприклад, в оформленні описів творчих проєктів).

У технологічній STEM-освіті учнів залучають до практичної діяльності з метою розширення діапазону організаційних форм, методів навчання, способів навчальної взаємодії та надання певних пріоритетів засвоєнню навчального матеріалу під час інтерактивних занять: екскурсій, квестів, конкурсів, фестивалів, хакатонів, практикумів тощо [4].

Організація проєктної діяльності студентів ЗВО сприяє формуванню стійкої мотивації в навчанні дисциплін циклів загальної й професійної підготовки, на яких ґрунтується STEM-освіта. Створюючи продукт від задуму до втілення, вони усвідомлюють інтегральну теоретичну й практичну значущість знань з природничо-

математичних та технічних дисциплін. STEM-освіта має значний потенціал для творчої ініціативи майбутнього вчителя й сприяє його активній участі у формуванні загальних і фахових технологічних компетентностей, визначених освітньо-професійною програмою підготовки здобувачів вищої освіти спеціальності 014 Середня освіта (Трудове навчання та технології) (табл. 1), котрі можуть бути сформовані під час виконання STEM та STEAM-проектів.

Таблиця 1

Компетентності майбутніх учителів трудового навчання та технологій у STEAM-проектуванні

| Загальні компетентності: | Фахові компетентності: |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Здатність навчатися впродовж усього життя в контексті неперервної фахової підготовки і соціального життя, удосконалювати й розвивати власний інтелектуальний і загальнокультурний рівень з високим рівнем самостійності. • Здатність здійснювати аналіз, синтез, критичне й самокритичне оцінювання ситуації або завдання, щоб виявляти шляхи для розв'язання та напрацювання рішення. • Здатність ухвалювати оптимальні управлінські рішення; сприймати, аналізувати й реалізовувати управлінські інновації в професійній діяльності. • Здатність використовувати сучасні інформаційні технології для розв'язання різноманітних завдань у навчальній та практичній діяльності, працювати з фаховою інформацією, творчо діяти й системно мислити, упроваджувати сучасні наукові дані у практичну діяльність. • Здатність до технічного та просторового мислення і уявленнє технічних та технологічних об'єктів і систем. | <ul style="list-style-type: none"> • Знання будови, принципу роботи та призначення робочих та енергетичних машин, інформаційних та кібернетичних систем, їхніх технологічних функцій. • Здатність розуміти, пояснювати та здійснювати технологічні процеси різних галузей виробництва. • Здатність до ефективного застосування й адаптації природничо-математичних знань у проектуванні й моделюванні технологічних процесів і педагогічних процесів середньої освіти. • Здатність до виконання й організації обробки конструкційних матеріалів, до художньої і технічної творчості, декоративно-ужиткового мистецтва. • Здатність допомогти учневі зрозуміти власні потреби, реалізувати їх, навчити самообслуговуванню, здорового способу життя, дотримання вимог техніки безпеки та охорони праці. • Здатність здійснювати науково-дослідну діяльність у галузі техніки й технологій, мистецтва, педагогіки і психології, технологічної та професійної освіти. |

Згідно з визначеними вимогами до процесу STEAM-проектування, здійснюється добір об'єктів проектування. Ми пропонуємо оригінальні творчі завдання – STEAM-проекти, що можуть стати цікавими й корисними викладачам для інтеграції навчальних дисциплін технологічного циклу (обробка конструкційних матеріалів, технологічний практикум, матеріалознавство та технології виробництва конструкційних матеріалів), графічних дисциплін (нарисна геометрія і креслення, комп'ютерна графіка, основи проектування і моделювання) підготовки вчителя трудового навчання та технологій. Варто також ознайомлювати з такими завданнями практичних працівників шкіл і закладів позашкільної освіти та пересічних громадян, які зможуть спроектувати, виготовити й використати художньо-технічні вироби в побуті [9].

Після певних роздумів і пошуків у студентів виникла ідея виконати STEAM-

проект шахового набору «Трудовик», який може бути предметом інтер'єру, функційним виробом і водночас подарунком. Об'єктом проектування обрано шахову дошку з оригінальними фігурами у вигляді пристроїв та інструментів. Застосування різноманітних технологій під час виготовлення складових частин виробу дозволяє студентам використати здобуті знання, виявити технологічні здатності, продемонструвати сформовані компетентності STEAM-проектування (рис. 1).



Рис. 1. STEAM-проект шахового столика-дошки з оригінальними фігурами

Метою проекту є проектування й виготовлення шахового столика, на якому можна розмістити ексклюзивний комплект шахів, що може бути використаний для дизайну навчальних, офісних приміщень. Цей креативний процес сприятиме засвоєнню знань з проектної діяльності, ознайомленню з історією гри та цікавими фактами, опануванню технологій оброблення виробу, формуванню вміння самостійно працювати з інформаційними джерелами та оволодінню STEAM-компетентностями технологій виготовлення виробу.

Проект є нескладним у виконанні, проте робота над ним потребує певної майстерності, навичок обробки різних конструкційних матеріалів, застосування різних технологій виготовлення. Виріб має бути економічно вигідним і виготовленим із екологічно чистих матеріалів, що не шкодять здоров'ю. Для досягнення мети проекту визначались такі завдання:

1. Користуючись різними інформаційними джерелами (журналами, книгами, мережею Інтернет), скориставшись методом опитування, визначити вимоги, котрі необхідно врахувати під час створення шахового набору, а також підготувати інформацію про об'єкт проектування.
2. Підібрати декілька моделей-аналогів і проаналізувати їх за встановленими критеріями та відповідно до функційного призначення.
3. Розробити конструкторсько-технологічну документацію виробу, дібрати необхідні конструкційні матеріали, інструменти й обладнання.
4. Виготовити виріб, виконати економічні розрахунки і надати екологічну оцінку виробу.
5. Створити презентацію та провести рекламу виготовленого виробу.
6. Підвести підсумки STEAM-проектування.

Для розробки ідеї та її практичного втілення визначались основні вимоги до проєкту, а саме: оригінальність та неповторність виконання; відповідність технології виготовлення критеріям якості; статурність та можливість бути візитівкою предметів «Трудове навчання» та «Технології» у ЗЗСО та спеціальності 014 Середня освіта (Трудове навчання та технології) у ЗВО.

На цьому етапі проєкту студенти ознайомлювались з видами шахових фігур та шахових столиків (формування банку ідей), технологією їхнього створення. До початку виготовлення шахового набору здійснювався контекстний пошук інформації на різних сайтах Інтернету. Відбувалися семінари-наради викладачів і студентів спеціальності 014 Середня освіта (Трудове навчання та технології) щодо визначення оптимальних витрат часу й ресурсів для виконання STEAM-проєкту. Створення банку ідей відображено на світлинах (рис. 2).



Рис. 2. Банк ідей:

а – шахи з сірників (технологія «матчворк»), б – шахи паперові (технологія «квілінг»), в – шахи з конструктора LEGO, г – шахи з гілок дерев (стиль «сountry»), д – шахи (розпис по дереву), е – шахи-«зуби», є – шахи (техніка «Орігамі»), ж – незвичні шахи у вигляді замкових ключів

За прототипами студенти визначали та пропонували власні ідеї виду, призначення, матеріалів виробу і технології його виготовлення. Шаховий набір як комплексний виріб виконується з використанням різних технологій обробки деревини, що доповнюють і надають йому завершеного вигляду, сприяють створенню відчуття комфорту під час використання в приміщеннях. Він є естетично привабливим, має цікаве нестандартне рішення, тому стане прикрасою певного інтер'єру.

Цей проєкт у техніці виконання є посильним як для хлопців, так і для дівчат. Вимагає достатньо високого рівня майстерності, досвіду роботи з різними матеріалами і володіння технологіями обробки. Виріб варто виготовляти з натуральних матеріалів, які не є токсичними, з незначними економічними витратами, а сам процес виготовлення має бути безпечним. Основні вимоги до виробу було напрацьовано за групами (табл. 2).

Таблиця 2

Вимоги до об'єкту STEAM-проектування

| Група вимог | Зміст вимог |
|----------------------|---|
| Функційні | Раціональність розмірів, забезпечення гігієнічних вимог, можливість використання як прикраси інтер'єру, навчального і домашнього. |
| Конструктивні | Простота і компактність конструкції, надійність конструкції, можливість розбирання конструкції при переміщенні. |
| Техніко-технологічні | Простота і зручність виготовлення, наявність обладнання в майстерні. |
| Економічні | Забезпечення мінімальної собівартості виробу, зменшення експлуатаційних витрат. |
| Естетичні | Привабливий зовнішній вигляд виробу, виразність форми й оздоблення. |

Аналіз STEAM-проектів дав змогу визначити низку типових помилок, котрих припускалися студенти під час самостійної розробки та виготовлення виробів із різних конструкційних матеріалів та їхнього оздоблення, зокрема непропорційність елементів форми та надмірне її ускладнення; невдале розміщення композиційного центру; порушення пропорції між основними і другорядними елементами, що мають підкреслювати виразність основних; надмірне ускладнення ділянок композиції; перенасиченість поверхні виробу оздоблювальними елементами; невідповідність розмірів оздоблювальних елементів розмірам художнього виробу.

Досвід оброблення та виготовлення художніх виробів із деревини дає можливість визначити критерії оцінювання оздоблення виробів різьбленням: дотримання розмірів; відсутність забруднених ділянок; складність і художня завершеність композиції тощо. Специфіку має оцінювання складності й художньої завершеності композиції. Насамперед тут враховуються рівні досягнень (високий, достатній, середній, початковий, низький) студентів ЗВО, учнів ЗЗСО: використання декоративних властивостей матеріалу; художнього оформлення виробу; відповідності оздоблення функційному призначенню; творчої новизни; вироблення стилю, орнаменту й палітри регіональних традицій.

Дослідження засвідчують, що STEAM-проектування є одним із ефективних й актуальних методів технологічного навчання в школі та професійної підготовки фахівців у вищому закладі освіти. За умов STEAM-проектування відбувається процес інтегрованого проектного навчання технологій, формується система загальних і фахових компетентностей майбутніх учителів трудового навчання та технологій.

Організація проектної діяльності майбутніх учителів трудового навчання і технологій сприяє формуванню стійкої мотивації в навчанні дисциплін, на яких ґрунтується STEM-освіта. Створюючи продукт від задуму до втілення, студенти усвідомлюють інтегральну теоретичну й практичну значущість знань з природничо-математичних та технічних дисциплін циклів загальної та професійної підготовки. STEAM-освіта накопичує значний потенціал для творчої ініціативи майбутнього вчителя трудового навчання та технологій і сприяє його активній участі у формуванні загальних і фахових компетентностей, визначених освітньо-професійною програмою підготовки.

На відміну від традиційних моделей навчання, педагоги, які використовують систему STEAM, інтегрують дисципліни, використовуючи динамічну синергію між

модельованням та змістом математики й інших наук, щоб стирати межі між методами модельовання, художнім і математичним мисленням.

STEAM-проектування сприяє розвитку критичного мислення та здатності студентів розв'язувати проблеми креативно. Вони готуються до навчання учнів, які будуть працівниками нових динамічних галузей суспільного виробництва.

Напрями подальших досліджень убачаємо в пошуку й розвитку можливостей STEAM-проектування у формуванні загальних і фахових компетентностей майбутнього вчителя трудового навчання та технологій під час навчання дисциплін загальної і професійної підготовки на засадах інтеграції змісту, застосування сучасних інформаційно-комунікаційних технологій та модельовання освітнього процесу, інтегральною метою якого є підготовка фахівців, котрі надалі зможуть виконувати професійні функції вчителя трудового навчання та технологій, здійснювати навчальну, методичну, виховну роботу з підготовки учнів до активної трудової діяльності та сприяти гармонійному розвитку особистості, формуванню необхідних компетентностей учнів середньої освіти.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. 5 skills future teachers will need. The Global Education and Skills Forum. URL: <https://blog.educationandskillsforum.org/5-skills-future-teachers-will-need/>
2. Гончарова Н. О. Професійна компетентність учителя у системі навчання STEM. *Наукові записки Малої академії наук України*. Київ, 2015. Вип. 7. С. 141–147.
3. Иртлич К. Том Перро: «Время STEM подошло к концу, теперь IT-компаниям нужны STEAM-специалисты». URL: <https://itc.ua/blogs/tom-perro-vremya-stem-podoshlo-k-kontsu-teper-it-kompaniyam-puzhnyi-steam-spetsialisti/> (Дата звернення: 10.08.2017).
4. Засоби та обладнання STEM. URL: <https://imzo.gov.ua/stemosvita/zasobi-ta-obladnannya-stem/>
5. Концепція «Нова Українська школа». URL: <https://osvita.ua/doc/files/news/520/52062/new-school.pdf>
6. Методичні рекомендації щодо впровадження STEM-освіти у загальноосвітніх та позашкільних навчальних закладах України на 2017/2018 навчальний рік. URL: <https://drive.google.com/file/d/0B3m2TqVM0APKekwtZFdhWXJuODg/view>
7. Проект концепції STEM-освіти в Україні. URL: http://mk-kor.at.ua/STEM/STEM_2017.pdf
8. Поліхун Н. І., Сліпучіна І. А., Чернецький І. С. Педагогічна технологія STEM як засіб реформування освітньої системи України. *Освіта та розвиток обдарованої особистості*. 2017. № 3(58). С. 5–9.
9. Соловей В. В. Об'єкти проектної діяльності в практичній підготовці майбутніх вчителів трудового навчання. *Трудова підготовка в закладах освіти*. 2008. № 4(56). С. 46–49.
10. Шимкова І. В., Цвілик С. Д., Гаркушевський В. С. Модернізація професійної і технологічної підготовки майбутніх педагогів у контексті розвитку STEAM-освіти. *Проблеми підготовки сучасного вчителя*. Умань, 2019. Вип. 1(19). С. 152–159.
11. Шулікін Д. STEM-освіта: готувати до інновацій. *Освіта України (офіційне видання Міністерства освіти і науки України)*. 2015. № 26(1437). С. 8–9. URL: http://lib.pedpresa.ua/wp-content/uploads/2015/08/26-2015_osvita_ukr-inet.pdf
12. Bybee R. W. Advancing STEM Education: A 2020 Vision. *Technology and Engineering Teacher*. 2010. No 70. P. 30–35.
13. Moye J. J. Technology education teacher supply and demand – A critical situation. *The Technology Teacher*. No 69(2). P. 30–36. URL: <https://www.iteea.org/File.aspx?id=85468&v=6815d335>
14. Sanders M. STEM, STEM education, STEMMania. *The Technology Teacher*. 2009. No 68(4), P. 20–26.

REFERENCES

1. 5 skills future teachers will need. The Global Education and Skills Forum. (2018). URL: <https://www.educationandskillsforum.org/news-blogs/5-skills-future-teachers-will-need>
2. Honcharova, N. O. (2015). Profesiina kompetentnist vchytelia u systemi navchannia STEM [Teacher professional competence in the STEM education system]. *Naukovi zapysky Maloi akademii nauk Ukrainy – Scientific notes Minor Academy of Sciences of Ukraine*, 7, 141–147 [in Ukrainian].

3. Irtlach, K. (2017). Tom Perrault: «Vremia STEM podoshlo k kontsu, teper IT-kompaniyam nuzhny STEAM-spetsialisty». URL: <https://itc.ua/blogs/tom-perro-vremya-stem-podoshlo-k-kontsu-teper-it-kompaniyam-nuzhnyi-steam-spetsialisty> [in Russian].
4. Zasoby ta obladnannia STEM [STEM tools and equipment]. URL: <https://imzo.gov.ua/stemosvita/zasobita-obladnannya-stem> [in Ukrainian].
5. Kontsepsiia «Nova Ukrainska shkola» [«New Ukrainian School» Concept]. (2016). URL: <https://www.kmu.gov.ua/storage/app/media/reforms/ukrainska-shkola-compressed.pdf> [in Ukrainian].
6. Metodychni rekomendatsii shchodo vprovadzhennia STEM-osvity u zahalnoosvitnikh ta pozashkilnykh navchalnykh zakladakh Ukrainy na 2017/2018 navchalnyi rik [Guideline for the implementation of STEM-education in secondary and extracurricular educational institutions of Ukraine for the 2017/2018 academic year]. (2017). URL: <https://drive.google.com/open?id=0B3m2TqBM0APKekwtZFdhWXJuODg> [in Ukrainian].
7. Proekt kontsepsii STEM-osvity v Ukraini [Draft concept of STEM education in Ukraine] (2017). URL: http://mk-kor.at.ua/STEM/STEM_2017.pdf [in Ukrainian].
8. Polikhun, N. I., Slipukhina, I. A., Chernetskyi, I. S. (2017). Pedahohichna tekhnolohiia STEM iak zasib reformuvannia osvitnoi systemy Ukrainy [STEM pedagogical technology as a means of reforming Ukraine's education system]. *Osvita ta rozvytok obdarovanoi osobystosti – Education and Development of Gifted Personality*, 3(58), 5–9 [in Ukrainian].
9. Solovei, V. V. (2008). Obiekty proektnoi diialnosti v praktychnii pidhotovtsi maibutnikh vchyteliv trudovoho navchannia [Objects of project activity in practical training of future teachers of vocational training]. *Trudova pidhotovka v zakladakh osvity – Work training in educational institutions*, 4(56), 46–49 [in Ukrainian].
10. Shymkova, I. V., Tsvilyk, S. D., Harkushevskiy, V. S. (2019). Modernizatsiia profesiinoi i tekhnolohichnoi pidhotovky maibutnikh pedahohiv u konteksti rozvytku STEAM-osvity [Modernization of professional and technology training for intending teachers in the context of STEM-education development]. *Problemy pidhotovky suchasnoho vchytelia – Problems of Modern Teacher Training*, 1(19), 152–159 [in Ukrainian].
11. Shulikin, D. (2015). STEM-osvita: hotuvaty do innovatsii [STEM Education: Prepare for Innovation]. *Osvita Ukrainy – Education of Ukraine*, 26(1437), 8–9. URL: http://lib.pedpresa.ua/wp-content/uploads/2015/08/26-2015_osvita_ukr-inet.pdf [in Ukrainian].
12. Bybee, R. W. (2010). Advancing STEM Education: A 2020 Vision. *Technology and Engineering Teacher*, 70, 30–35.
13. 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>
14. Sanders, M. (2009). STEM, STEM education, STEMmania. *The Technology Teacher*, 68(4), 20–26.