

УДК 37.034(045)

DOI: 10.31652/2412-1142-2024-73-87-100

Іванчук Анатолій Васильович

кандидат педагогічних наук, доцент,
доцент кафедри образотворчого, декоративного мистецтва, технологій та безпеки життєдіяльності,
Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського,
м. Вінниця, Україна
ORCID ID: 0000-0002-6996-1403
anatolii.ivanchuk@vspu.edu.ua

Марущак Оксана Василівна

кандидат педагогічних наук, доцент,
завідувачка кафедри образотворчого, декоративного мистецтва, технологій та безпеки життєдіяльності,
Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського,
м. Вінниця, Україна
ORCID ID: 0000-0003-0754-6367
E-mail: ksanamar77@gmail.com

Красильникова Ірина Валеріївна

кандидат педагогічних наук, доцент,
доцент кафедри образотворчого, декоративного мистецтва, технологій та безпеки життєдіяльності,
Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського,
м. Вінниця, Україна
ORCID ID: 0000-0002-3057-4000
E-mail: ivs 1327@gmail.com

СВІТОГЛЯДНІ МАШИНОЗНАВЧІ ЗНАННЯ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ТЕХНОЛОГІЙ

Анотація. Машинознавча компетентність є базовою складовою фахової підготовки майбутніх учителів технологій. Вона реалізується, як правило, у профільному навчанні старшокласників та спрямовує їхнє професійне самовизначення на сферу сучасного виробництва, допомагає школярам орієнтуватися в різних видах робочих машин, використовуючи в якості опори вміння визначати їхні способи дії, а також дозволяє майбутнім учителям технологій кваліфіковано організовувати позакласну роботу та позашкільну освіту школярів. Нині фактичний зміст машинознавчих знань майбутніх учителів технологій вузький та нерелевантний їхній професійній діяльності, оскільки моделює основи фахової компетентності майбутніх інженерів-конструкторів машинобудівної галузі. У статті обґрунтовується потреба заміни функціональної концепції змісту машинознавчих знань майбутніх учителів технологій на концепцію користувача робочих машин. Відповідно відбувається заміна знань інженера-конструктора машинобудівної галузі на базові світоглядні знання інженера-механіка як еталонного кваліфікованого користувача робочих машин або техніки в цілому. У дослідженні було висунуто гіпотезу, що рівень пізнавального інтересу майбутніх учителів технологій до машинознавчих знань підвищиться, якщо їхній зміст буде світоглядним. Розкрито сутність методу контрольних запитань, який дозволяє моделювати машинознавчий світогляд користувача робочих машин. Педагогічний експеримент проводився у Вінницькому державному педагогічному університеті імені Михайла Коцюбинського протягом 2018–2024 років. Він складався з трьох етапів: констатувального, формувального та контрольного. На констатувальному етапі педагогічного експерименту визначено фактичний рівень інтересу студентів до машинознавчих знань. На другому етапі проведено роботу традиційної машинознавчої компетентності в контрольних групах та інноваційної машинознавчої компетентності в експериментальних групах. У кінці семестрів на контрольному етапі проаналізовано зміни рівня пізнавального інтересу студентів контрольної та експериментальної груп до машинознавчих знань. Теоретична цінність результатів полягає в обґрунтуванні концепції користувача робочих машин для визначення змісту машинознавчих знань майбутніх учителів технологій. Практична цінність результатів полягає у використанні технічних задач як дидактичної умови формування машинознавчої компетентності студентів у процесі використання засвоєних ними світоглядних машинознавчих знань для розв'язання навчальних технічних проблемних ситуацій.

Ключові слова: вчитель технологій; машинознавча компетентність; робочі машини; світоглядні знання; пізнавальний інтерес.

1. ВСТУП

Постановка проблеми. Майбутні вчителі технологій набувають фахової компетентності в процесі загальнонаукової, загальнотехнічної і спеціальної підготовки. Одним із результатів загальнотехнічної підготовки майбутніх учителів технологій стає машинознавча компетентність. Враховуючи, що науковці різних країн світу почали досліджувати проблеми машинознавчої підготовки для всіх лише в контексті STEM-освіти, ми проаналізували багаторічний вітчизняний досвід формування машинознавчих знань у процесі технологічної освіти школярів. З аналізу літературних джерел та на основі особистого досвіду були виокремлені такі факти: 1) в основній школі здобувачі освіти ознайомлюються з деякими видами механічних передач та двома видами технологічних машин – свердлильним і токарним верстатами; 2) у старшій школі можливий для вибору профіль «Основи машинознавства»; 3) у позакласній діяльності та в позашкільній освіті є умови для використання елементів машинознавчої компетентності майбутніх вчителів технологій.

Відомо, що організаційно-педагогічні умови реалізації технологічної освіти школярів обґрунтовуються, на основі проєктно-технологічної системи організації навчання. Проєктну діяльність школярів розглядаємо як універсальний засіб формування творчих здібностей, набуття виробничого та творчого досвіду. Проте при першому ж ознайомленні із сутністю проєктної діяльності школярів стає зрозумілим, що вона переважно декоративно-ужиткового спрямування та практично не має відношення до машинознавчої компетентності майбутнього вчителя технологій. Звідси слідує потреба у відборі структури і змісту машинознавчих знань у загальнотехнічній підготовці майбутніх учителів технологій.

Відбір змісту машинознавчих знань майбутнього вчителя технологій в Україні до цього часу здійснюється за функціональною концепцією діяльності інженера-конструктора машинобудівної галузі, готовність до якої формується в студентів у процесі вивчення загальнотехнічних дисциплін та навчальної дисципліни «Робочі машини». Із сучасним виробництвом пов'язана трудова діяльність не лише інженера-конструктора, а ще й інженера-технолога, інженера-механіка, інженера-програміста, тому наявні нині рамки машинознавчої компетентності майбутніх учителів технологій виявляються вузькі та нерелевантні змісту їхньої майбутньої фахової діяльності. У працях чеського дослідника Ї. Кропача доведено, що при відборі змісту машинознавчих знань для студентів, які навчаються за нетехнічними спеціальностями ефективною є концепція користувача технічних пристроїв [1]. Ця концепція порівняно з вітчизняною функціональною концепцією розширює рамки машинознавчої компетентності майбутніх учителів технологій та дає змогу вести мову про машинознавчу грамотність для всіх.

Продемонструємо суть смисл функціональної концепції формування змісту навчального матеріалу на прикладі. В епоху інформаційно-комунікаційних технологій актуальною є цифрова грамотність для всіх. Якби для формування цифрової грамотності для всіх відбирали знання про сутність проєктування функціональних блоків комп'ютера та вивчення мов програмування, але при цьому забували про користувача інформаційно-комунікаційних технологій, то нерелевантність такої підготовки була б очевидною. Однак у випадку підготовки студентів педагогічного закладу вищої освіти з основ фахової діяльності інженера-конструктора машинобудівної галузі користувач робочих машин не розглядається.

Таким чином, ми висвітлили суперечності між потребою формування в учнів старшої школи цілісного уявлення про сучасне виробництво, зокрема про машини як головний його компонент, з метою їхнього професійного самовизначення, а також орієнтації у глобальному технічному середовищі та фактично нерелевантним змістом машинознавчої компетентності майбутнього вчителя технологій, обмеженого рамками фахової діяльності інженера-конструктора машинобудівної галузі. Звідси слідує, що дослідження, пов'язані з упровадженням концепції користувача технічних пристроїв для формування змісту машинознавчих знань студентів є актуальним.

Мета статті – розкрити специфіку педагогічних умов формування в студентів машинознавчої компетентності, релевантної їхній майбутній професійній діяльності задачам. Відповідно до поставленої мети наукової розвідки виокремлено такі завдання: здійснити аналітичний огляд концептів технічної компетентності студентів; розкрити сутність світоглядних машинознавчих знань; встановити універсальний культурний технічний атрибут для всіх видів робочих машин; розробити підходи до проєктування системи навчальних машинознавчих задач; розробити програму і методику педагогічного експерименту для з'ясування можливих змін у формуванні пізнавального інтересу студентів за умови використання інноваційного змісту машинознавчих знань та системи навчальних машинознавчих завдань.

Аналіз попередніх досліджень. Зміст професійної підготовки вчителів трудового навчання і технологій досліджували І. Волощук, А. Вихрущ, В. Гетта, Р. Гуревич, Й. Гушулей, В. Сидоренко, В. Стешенко, Г. Терещук, В. Титаренко, С. Ткачук, Д. Тхоржевський, М. Янцур та ін. Сутність загальнотехнічної підготовки студентів висвітлювали І. Неговський, Ю. Мелешенко, В. Туташинський, С. Ящук та ін., теоретичні основи технологічної підготовки школярів розкриті в роботах Р. Гуревича, О. Коберника, А. Терещука, Г. Терещука, А. Цини та ін.

2. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ

У зарубіжних дослідженнях проблеми організації технічної освіти в школах та університетах для нетехнічних спеціальностей як об'єкт дослідження процес формування машинознавчих компетентностей учнів і студентів не обирався. Про машини у них йшла мова в контексті загальнотехнічної грамотності і компетентності учнів і студентів або інколи в контексті технічної грамотності і компетентності учнів і студентів. Однак аналіз зарубіжного наукового доробку дозволив нам визначитися з низкою орієнтирів, які відіграли в дослідженні роль евристичних підказок. Зокрема М. Барак, Т. Гінзбург, С. Ердуран розкрили узагальнену сутність машини як спосіб використання потужності двигуна для виконання практичних завдань [2]. Е. Ортега-Торес схарактеризував навчальну дисципліну «Дидактика природознавства: матерія, енергія та машини» в навчальних планах іспанських закладах вищої освіти як таку, в якій зміст збігається з концептом узагальненої сутності машини [3]. Е. Кроулі стверджував, що питання вивчення енергетичних закономірностей роботи об'єктів техніки контекстне та відповідає етапам їхнього життєвого циклу (проєктування, виробництво, експлуатація) [4]. М. Барак, Т. Гінзбург, С. Ердуран уточнили, що цими об'єктами техніки можуть бути машини та системи автоматизації виробничих процесів [2].

Ш. Пурцер, Д. Кінтана-Сіфуентес і М. Менексе обґрунтували діапазон інженерних знань для навчання школярів [5]. Для його верхньої межі відбирався навчальний матеріал про використання енергії при реалізації технологічних операцій з об'єктами праці. А. Гарсія Кармона і Р. Тома наголошували, що в закладах загальної середньої освіти Іспанії, як і більшості країн світу уяву про техніку формують лише в процесі технологічної освіти школярів [6]. М. Папаконстантіну і М. Скуміос описували об'єктивні труднощі грецьких вчителів фізики, що виникали при спробах інтеграції елементів знань з інженерної практики в зміст курсу фізики [7]. Однак, якщо труднощі не долати, стверджували дослідники М. Клемента і С. Клементова, старшокласники не будуть мати загальне уявлення про світ техніки, що призведе до зменшення числа абітурієнтів, які вибирають навчання в технічних університетах [8]. Дж. Плезантс, Д. Крутка та Т. Ніколз стверджували, що вміння отримувати загальне уявлення про світ техніки є основною ознакою технічної грамотності старшокласників та зумовлено націленістю підготовки на користувачів техніки і технологій [9]. Природознавчі і технічні дисципліни у фаховій підготовці за нетехнічними спеціальностями виконують функцію формування світогляду в студентів, стверджували М. Марушич і І. Мішурац [10]. Гейгер, Дж. Брайтшух і С. Маттізен переконували, що пізнавальний інтерес школярів до техніки може сформуватися лише після того, як вчителі

зорієнтують їх у світі техніки [11]. Зокрема завдяки вчителів в учнів буде сформоване вміння розуміти технічні явища та оцінювати технічні системи. І. Кропач обґрунтував базові організаційно-педагогічні умови формування технічної грамотності учнів і студентів, а саме: систематизацію змісту технічного навчального матеріалу, відібраного за концепцією користувача техніки та формування в учнів і студентів пізнавального інтересу до нього [1]. До прийомів формування інтересу до змісту навчального технічного матеріалу він відносив відбір технічних явищ і процесів, пов'язаних із життєвим досвідом студентів. Н. Ерцег, М. Марусич і Дж. Сліско при розробці системи навчальних технічних задач радили підбирати такі умови задач, зміст яких зменшував би ймовірність отримання розв'язку учнями і студентами без розуміння технічного явища або проблеми [12]. А. Абдул-Рахман і Т. Ніпієлім Тіндам відносили до системотворчих чинників створення інтегрованих технічних дисциплін такі види інженерної діяльності: проектування; розв'язання технічних задач; дослідницьку діяльність; аналіз технічних рішень пристроїв [13]. М. Валеро обґрунтовано стверджував, що інженерна освіта може бути ефективною за умови організації освітнього процесу на основі компетентнісного підходу [14]. Р. Гуревич наголошував, що інтегрована сутність технічної науки повинна відображатися у змісті технічних знань з активним використанням методу проблемних ситуацій, використання навчального матеріалу, який відображає життєвий досвід учнів [15]. У дослідженнях С. Подолянчука було виокремлено основний недолік технічної підготовки майбутніх учителів технологій – мозаїчність змісту технічних знань та обґрунтовано компонентний склад цілісних технічних знань [16]. М. Корець вів початок відліку викладання машинознавчих знань у педагогічних вищих закладах освіти з 60-тих років XX століття [17]. Отже, в Україні є більш як піввікова історія формування машинознавчих знань у студентів педагогічних вищих закладів освіти.

Ми виокремлюємо в цій історії три етапи розвитку машинознавчої компетентності студентів. Перший етап пов'язаний із формуванням у школярів цілісного уявлення про сучасне виробництво у трудовій політехнічній середній школі. На цьому етапі колектив українських учених, під керівництвом Д. Тхоржевського, прийшов до консолідованого рішення використати функціональну концепцію змісту машинознавчих знань, обмеженого рамками фахової діяльності інженера-конструктора машинобудівної галузі [18; 19]. Ці рамки відповідали на той час сутності політехнічного навчання та ознайомлювали школярів з основами виробничої діяльності на машинобудівних заводах. Наступний етап почався з 90-х років XX століття. Його метою було формування в студентів цілісних технічних знань на основі типології машин [18; 19]. Проте основним здобутком цього етапу став не відхід від політехнізму, а впровадження інтегрованих навчальних дисциплін, наприклад, навчальної дисципліни «Робочі машини» [20; 21].

Нинішній етап розвитку машинознавчої грамотності майбутніх учителів технологій розпочався в XXI столітті [19]. Одним із творців і «локомотивом» етапу, на нашу думку, став В. Туташинський [19]. На цьому етапі зусилля дослідників спрямоване на заміну політехнічного принципу формування змісту машинознавчих знань на світоглядний принцип за концепцією користувача робочих машин. В основу типології світоглядних машинознавчих знань В.Туташинський поклав образи технологічних машин та їхні експлуатаційні характеристики. Критерій образу технологічної машини, на нашій погляд, не є бездоганим. Звісно функції робочої машини породжують її образ, але образи робочих машин не є статичними. Наприклад, образ токарно-гвинторізного верстату не змінюється вже понад 100 років, але образи легкових автомобілів (транспортні машини) динамічні і зазнають перманентних змін, або образи підйомного крану чи ліфта (транспортуючі машини) за декілька десятиліть також істотно змінилися тощо. Основний недолік типології світоглядних знань у тому, що автор не знайшов універсальних технічних рішень як культурних атрибутів, характерних для всіх робочих машин, а тому не розробив систему інтегрованих машинознавчих знань, на основі яких майбутні учителі технологій могли орієнтуватися в робочих процесах (принципах і способах дії) всіх видів робочих машин та навчити орієнтуватися в технічних реаліях сьогодення старшокласників закладів загальної середньої освіти.

3. МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ

Думка дослідників теорії і методики технологічної освіти з різних країн світу щодо пізнавального інтересу студентів як засобу формування їхньої мотивації до здобуття технічної грамотності для нас була орієнтиром під час розробки програми і методики педагогічного експерименту. Прийнято гіпотезу, що рівень пізнавального інтересу майбутніх учителів технологій до машинознавчих знань підвищиться, якщо їхній зміст буде світоглядним. Метою педагогічного експерименту було визначення змін у рівнях сформованості пізнавального інтересу, якщо для змісту машинознавчих знань майбутніх учителів технологій використати інноваційну концепцію користувача техніки.

Об'єм вибірки склав 65 студентів III курсу Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського, здобувачів бакалаврського ступеня предметної спеціалізації 014.10 Середня освіта (Трудове навчання та технології), сформований впродовж шести навчальних років. Загальний обсяг даних охоплював понад 90 % генеральної сукупності здобувачів вказаного бакалаврського ступеня. Педагогічний експеримент складався з трьох етапів збору експериментальних даних, кожен з яких тривав два навчальних роки, що зумовлено невеликою кількістю студентів в академічних групах вказаної предметної спеціалізації. Хронологія однієї серії експериментального дослідження виглядала так: перший навчальний рік діагностували фактичний стан сформованості пізнавального інтересу до змісту машинознавчих знань, структурованого за традиційною функціональною концепцією для студентів контрольної групи та міну рівня його сформованості на контрольному етапі педагогічного експерименту; другий навчальний рік – схарактеризовані вище процедури повторювалися вже для експериментальної групи, але для структурування змісту машинознавчих знань була використана інноваційна концепція користувача техніки та використання методу розв'язування навчальних технічних задач. Після проведення трьох етапів педагогічного експерименту база даних була математично оброблена у 2024 році. Для визначення характеру змін рівня пізнавального інтересу студентів використовувався метод G – критерію знаків [22].

4. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Відбір змісту машинознавчих знань майбутніх учителів технологій доцільно здійснювати, на наш погляд, шляхом розстановок рамок на області знань у напрямі від найбільшої до найменшої області. Найбільша за обсягом область знань про сучасне виробництво, тому перші рамки доцільно накласти на його структурні елементи. В. Сидоренко сформував узагальнену структуру сучасного виробництва із таких взаємопов'язаних компонентів як: техніка, технології, економіка виробництва [23]. У контексті нашого дослідження обмежилися рамками техніки. Однак світ техніки багатокomпонентний, тому скористалися умовиводом В. Туташинського, що машина – головний об'єкт техніки [19], відповідні рамки знову зменшили область знань. Далі було використано типологію машин, запропоновану колективом дослідників під керівництвом Д. Тхоржевського, зокрема, що за призначенням машини бувають енергетичні, робочі та інформаційні [18]. Наступні рамки обсягу змісту машинознавчих знань обмежили технологічними машинами як видом робочих машин та об'єктом вивчення в технологічній освіті школярів. Поставало питання як майбутні учителі технологій мають вивчати технологічні машини, щоб сформувати машинознавчу грамотність школярів як орієнтир у світі машин та засіб свідомого професійного самовизначення після закінчення закладу загальної середньої освіти?

Традиційна функціональна концепція змісту машинознавчих знань майбутніх учителів технологій з опорою на вузькі рамки професійної діяльності інженера-конструктора машинобудівної галузі не забезпечує орієнтацію школярів у світі машин та їхнє професійне самовизначення. Альтернативна концепція користувача техніки, ймовірно, забезпечуватиме готовність студентів до організації профільного навчання старшокласників. Під час

визначення рамок, накладених на обсяг машинознавчих знань концепцією користувача техніки, ми використовували функціональну аналогію інженера-механіка як організатора експлуатації машин (аналог користувача технічних пристроїв у повсякденному житті). Для грамотної експлуатації робочих машин інженер-механік повинен розуміти технічні процеси, які відбуваються в їхніх механізмах і системах. Знання закономірностей технічних процесів та технічних явищ дає можливість визначати технічні можливості різних робочих машин, комплектувати системи машин за аналогією технологічної лінії у виробничому процесі, а також організовувати систему технічного обслуговування та ремонтні роботи. Закономірності процесів функціонування робочих машин інженер-механік вивчає з використання структурних і принципових схем технічних систем. У дослідженні ми використовували узагальнену структурно-функціональну схему робочої машини, наведену на рис.1.

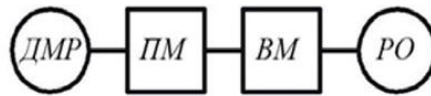


Рис.1. Узагальнена структурно-функціональна схема машини: ДМР – джерело механічного руху; ПМ – передавальні механізми; ВМ – виконавчі механізми; РО – робочі органи [19; 24].

Зразок практичної реалізації узагальненої структурної схеми робочої машини для транспортної машини (автомобіля) наведено на рис. 2.

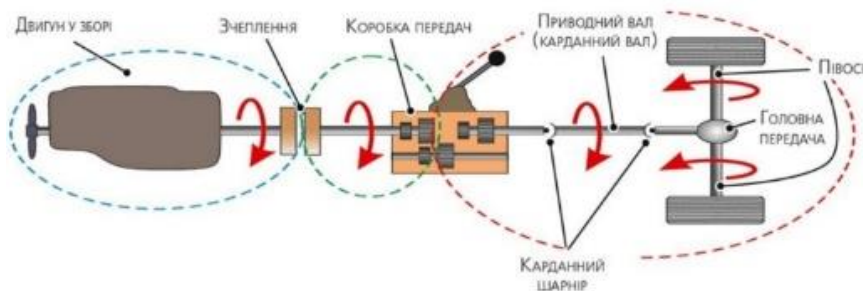


Рис. 2. Транспортна машина (автомобіль) [25].

Зразок практичної реалізації узагальненої структурної схеми робочої машини для технологічної машини (токарного верстата) наведено на рис. 3.

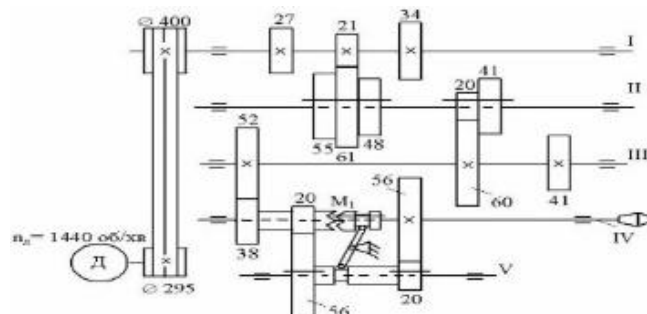


Рис. 3. Технологічна машина (токарний верстат): двигун; пасова передача; коробка швидкостей; робочий орган (центр) [26].

Таким чином, є вибір – поставити обмежувальні рамки на обсязі знань про двигун або на обсязі знань про передаточні механізми. Цю дилему ми вирішили вирішити, розглянувши сутність окремих технічних явищ у роботі двигуна та в роботі передаточного механізму, а також потребу в передаточних механізмах для всіх видів сучасних робочих машин.

Універсальним технічним поняттям, яке характеризує роботу двигуна є режим роботи. Розрізняють неусталений, перехідний і усталений режими роботи двигуна залежно від умов експлуатації робочої машини. Неусталений режим характерний для процесу запуску двигуна та при появі великих значень моментів сил опору під час експлуатації машини. Його сутність у неузгодженості між величиною моментів сил опору на робочих органах машини та фактичною величиною рушійного обертового моменту двигуна (вона недостатня або надлишкова). При перехідному режимі роботи двигуна відбувається адаптація величини рушійного обертового моменту до величини моменту сил опору. При усталеному режимі зазначена неузгодженість зникає. Також студентам важливо зрозуміти, чому компонентами робочої машини є передаточні механізми.

Закономірністю роботи двигуна робочої машини на усталеному режимі є залежність величини рушійного обертового моменту від його номінальної потужності. Інженери визначають номінальну потужність двигуна за величиною максимальної робочої швидкості та умов міцності конструкційних матеріалів деталей двигуна. Однак під час експлуатації машин робочі швидкості змінюються в широкому діапазоні, залежно від величини моментів сил опору на робочих органах. В усталеному режимі роботи двигуна при поступовому зростанні моменту сил опору двигун починає втрачати частоту обертання і при критичному перевантаженні зупиняється (втрачає працездатність). Феномен втрати працездатності двигуна при перевантаженні зумовив потребу у винайденні передаточних механізмів, які, з одного боку, не дають двигуну зупинитися, а з іншого боку – допомагають йому виробляти величини моментів рушійних сил, відповідні фактичним величинам моментів сил опору. Отже, засвоєння закономірностей режимів роботи двигуна потребує фахової підготовки інженера-механіка, а тому не може використовуватися для формування машинознавчої компетентності майбутніх учителів технологій.

З літературних джерел було встановлено, що передача механічної енергії відбувається по енергетичних ланцюгах приводу машини [26] та при цьому в передаточних механізмах виникає три технічні явища, а саме: передача обертового моменту в просторі; зміна величини кінематичних параметрів обертового руху; зміна величини обертових моментів [27]. Комбінації передаточних механізмів для робочих машин називаються по-різному, наприклад, силова передача, трансмісія, передача головного руху, передача руху подач тощо. Проте поєднання двигуна та передаточного механізму має назву приводу для всіх видів робочих машин. Характерно, що технічні явища типові для механічного приводу машин та для гідравлічного, пневматичного, електричного і комбінованого приводів робочих машин, з тією лише відмінністю, що використовуються різні розділи курсу фізики для пояснення технічних явищ у приводах робочих машин. Таким чином, рамки, накладені на обсяг знань про машини, моделюють в навчальному процесі технологічної освіти школярів елементи фахової діяльності інженера-механіка (кваліфікованого користувача машин). Машинознавча грамотність для всіх, за умови її сформованості у випускників закладів загальної середньої освіти, дозволить розв'язати два важливі завдання майбутнього вчителя технологій – спрямувати професійне самовизначення старшокласників та сформулювати загальне уявлення про світ машин шляхом розуміння процесів, які відбуваються в машині при її експлуатації. Обсяг знань про привід машини характеризується не лише властивістю універсальності в межах сукупності робочих машин, але й властивістю фрактальності або універсальності в межах однієї конкретної робочої машини. Фрактальність проявляється в різномасштабності суті технічних явищ, наприклад, привід механізму склоочисників в автомобілі, привід генератора двигуна автомобіля, привід механізму гальмування трамваю тощо.

Апріорі машинознавча грамотність для всіх базується на світоглядних знаннях. Перед дослідниками поставало запитання, як визначити структуру світоглядних знань для різних аспектів технічної реальності. Відповідь на запитання знайдено в публікації К. Відала [28]. Він схарактеризував феномен світоглядності знань так: на їхній основі формують здатність створювати власні концепти трактування фрагментів навколишньої дійсності; вони

виконують функцію інструменту для свідомої взаємодії з навколишньою дійсністю. К. Відал запропонував дієвий інструмент конструювання світоглядних знань, метод контрольних запитань. Відповіді на перші три запитання – це модель наукового світогляду, а відповіді на наступні три питання дають уточнення, поглиблення та сприяють формуванню переконання про дієвість світоглядних знань. Взявши за основу список контрольних запитань К. Відала, ми адаптували його до предмету нашого дослідження, а саме: 1. Що таке машина? Як вона структурована та функціонує? 2. Чому машина саме така? Звідки взялося таке розуміння машини? 3. Куди йдемо за такого розуміння машини? Яка доля машин в майбутньому? 4. Як ми оцінюємо технічну реальність? До чого прагнемо? 5. Як діяти зі знаннями про машини? 6. Як побудувати образ машин, щоб знайти відповідь на перші три питання списку контрольних питань?

Підтвердження дієвості машинознавчих знань в освітньому процесі можливе в процесі розв'язання системи навчальних технічних задач. Методологія розробки системи навчальних технічних задач про привід робочих машин заснована на використанні функціонального, системного, проблемного підходів, а також можливостей наративного підходу.

За умови використання функціонального підходу для розробки системи навчальних технічних задач був використаний концепт, що робоча машина виконує роботу за рахунок механічної енергії обертального руху двигуна. Для встановлення відповідності між величиною фактичних моментів сил опору на робочих органах робочої машини та рушійних моментів двигуна використовуються механічні передачі. З врахуванням умов експлуатації робочих машин, базовими були навчальні задачі про оцінку явища трансформації величини обертальних моментів в силовому ланцюзі приводу машини, а допоміжними – про оцінку явища зміни кінематичних параметрів в кінематичних ланцюгах приводу машини. Таким чином типовими навчальними технічними завданнями були задачі на пояснення, чому комбінації діаметрів або числа зубів ведучого і веденого колеса трансформують величину обертального моменту на вихідному валу механічної передачі. Для розв'язання базових навчальних технічних задач студенти інтегрували елементи математичних та фізичних знань із технічними знаннями. Допоміжними навчальними технічними задачами були задачі на пояснення, чому комбінації діаметрів або числа зубів ведучого і веденого колеса трансформують величину кутової швидкості на вихідному валу механічної передачі? Для розв'язання допоміжних навчальних технічних задач студенти також інтегрували елементи математичних та фізичних знань із технічними знаннями.

При використанні системного підходу для формування системи навчальних технічних задач як образної опори використовувалася узагальнена структурно-функціональна схема робочої машини (рис. 1). Технічне явище зміни рушійних обертальних моментів приводу машини відповідно до зміни моментів опору на робочих органах робочої машини ми розглядали як системний результат, утворений взаємодією компонентів узагальненої структурно-функціональної схеми робочої машини. Основним типом навчальних технічних задач при використанні системного підходу були задачі на аналіз кінематичних принципових схем приводів різних видів робочих машин. Послідовність зростання рівня складності навчальних технічних задач виглядала так: визначення шляху передачі обертального моменту; визначення числа ступенів зміни обертального моменту двигуна; визначення числа ступенів зміни кутової швидкості двигуна; обчислення загального передаточного числа окремої ділянки силового ланцюга та всього силового ланцюга (від двигуна до робочого органу).

Для організації проблемного підходу ми використовували навчальні технічні задачі типу «чорна скринька». Інструментом для розв'язання цих задач було просторове мислення студентів, сформоване у процесі вивчення нарисної геометрії та креслення. Графічна умова задачі типу «чорна скринька» містила зображення прямокутника або паралелограма з вхідними та вихідними валами, розміщеними на сторонах прямокутника або на гранях паралелограма. У процесі розв'язування навчальних технічних задач типу «чорна скринька»

студенти повинні були з'ясувати характер взаємного просторового розташування вхідного і вихідного валів; визначити властивості яких видів механічних передач задовольняють просторовому розташуванню вхідного і вихідного валів для підведення обертового моменту у конкретну позицію дво - або тривимірного простору. Для усвідомленого комбінування видів механічних передач, в умову задачі вводилися різні обмежувальні чинники, наприклад, величини передаточних чисел, габарити «чорної скриньки», принцип дії механічних передач (тертям або зачепленням) тощо.

Наративний підхід полягав у використанні системи коротких оповідань, в яких розкривалася суть тих чи інших технічних рішень у приводі робочих машин. Конструктивно наративи були відкриті (суть повинні дописати студенти) або закриті (суть повинні сприйняти студенти).

Для якісної оцінки структури пізнавальних інтересів студентів у педагогічному експерименті були використані наступні показники: пізнавальна активність; характер інтересу; самостійність; характер використання вільного часу; способи подолання пізнавальних труднощів [22]. Фактичним рівням розвитку пізнавальних інтересів студентів присвоювалися такі знаки: (-) – низький рівень; (0) – середній рівень; (+) – високий рівень. Перехід від якісних оцінок рівня розвитку пізнавальних інтересів студентів до кількісних оцінок був здійснений за такою інтервальною шкалою: -3...-5 – низький рівень; 0...-2 – середній рівень із переважанням пасивного інтересу; +2...0 – середній рівень із переважанням активного інтересу; +3...+5 – високий рівень [22]. Результати констатувального етапу педагогічного експерименту наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Рівні інтересу студентів для трьох серій констатувального етапу експерименту

Навчальний рік	Рівень розвитку інтересу, % осіб			
	Високий	Середній активний інтерес	Середній пасивний інтерес	Низький
2018-2019	16	21	30	33
2019-2020	14	20	32	34
2020-2021	15	22	31	32
2021-2022	13	19	32	36
2022-2023	14	20	30	36
2023-2024	13	18	30	39

З таблиці 1 видно, що впродовж шести навчальних років для всіх трьох серій педагогічного експерименту на констатувальному етапі переважав невисокий рівень інтересу студентів до змісту машинознавчих знань.

На контрольному етапі педагогічного експерименту був оцінений характер змін показників пізнавального інтересу в експериментальних і контрольних групах (табл. 2).

Таблиця 2

Зсув показників інтересу студентів

Назва групи	Кількість студентів за рівнями інтересу, осіб											
	Високий			Середній активний інтерес			Середній пасивний інтерес			Низький		
	Зсув			Зсув			Зсув			Зсув		
	+	-	0	+	-	0	+	-	0	+	-	0
Експериментальна			4	8		2	6	2		5		5
Контрольна			2	2	4	5	4	4	3	2		7

Фактичні G-критеріє знаків наведено у табл. 3.

Таблиця 3

Фактичні G-критерії знаків

Назва групи	Число зсувів, осіб			G_e	Немає нульового зсуву, осіб	$G_{кр}$
	+	-	0			
Експериментальна	19	2	11	2	21	6
Контрольна	6	8	17	8	14	3

Тут G_e – емпіричне значення критерію; $G_{кр}$ – критичне значення критерію [22, с. 76].

Була використана гіпотеза H_0 , що відмінностей у міні рівня інтересів студентів не виявлено. Для спростування нульової гіпотези використовувалася умова $G_e \leq G_{кр}$ [22, с.77]. Отже, для експериментальної групи нульова гіпотеза була спростована. Таким чином, підтверджено зростання рівня інтересу студентів до машинознавчих знань, сформованих відповідно до концепції користувача технічних пристроїв.

5. ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Встановлено, що зміст машинознавчої компетентності майбутніх учителів технологій нерелевантний змісту їхній майбутній фаховій діяльності. Фактична машинознавча компетентність обмежена рамками діяльності інженера-конструктора машинобудівної галузі сучасного виробництва, але для орієнтації у світі робочих машин та грамотної їх експлуатації необхідні компетентності інженера-механіка. У процесі аналізу наукових публікацій європейських дослідників було виявлено, що вивчення техніки в закладах освіти нетехнічного спрямування може зацікавити студентів лише у випадку використання концепції користувача технічних пристроїв. Розкрито, що реалізація концепції користувача технічних пристроїв для відбору головного компонента технічної компетентності – змісту технічних знань, скеровує до пошуку технічних феноменів культурологічного змісту із світоглядними властивостями. Виявлено, що всі види сучасних робочих машин, а також робочі машини майбутнього мають і будуть мати універсальне технічне рішення – привід машини. Привід машини розглядався як культурний технічний артефакт, тому систематизовані знання про технічні явища в ньому у процесі виконання робочою машиною корисної функції (роботи) є світоглядним орієнтиром у світі робочих машин для випускників закладів загальної середньої освіти, їхнього професійного самовизначення, а також прийняття свідомих користувацьких рішень у майбутній трудовій діяльності. Виявлено, що універсальні технічні явища в приводі робочих машин допомагають зрозуміти процеси, які відбуваються під час виконання робочими машинами корисної функції, а також розглядати машинознавчі знання як інтеграцію природничих (фізика, математика) та універсальних технічних знань.

Було розроблено систему світоглядних машинознавчих знань майбутнього вчителя технологій та відповідну систему навчальних машинознавчих задач. Враховуючи дидактичну функцію пізнавального інтересу студентів до змісту навчального матеріалу як засобу мотивації навчання, розроблено програму і методику педагогічного експерименту та реалізовано педагогічний експеримент. Було виміряно зсуви у рівнях пізнавальних інтересів студентів до машинознавчих знань на початку і в кінці семестрів за умови, що в контрольних групах для формування машинознавчої компетентності використовувався традиційний зміст, а в експериментальних – інноваційний зміст. Після обробки масиву експериментальних даних методами математичної статистики встановлено, що інноваційний зміст машинознавчих знань впливає на зростання кількості студентів, зацікавлених у вивченні машинознавства. Було підтверджено вибір приводу машин як базового поняття системи світоглядних машинознавчих знань студентів. Результати проведеного дослідження дають підстави стверджувати, що світоглядні машинознавчі знання для всіх – це реальність. На

їхній основі необхідно формувати машинознавчу компетентність майбутніх учителів технологій у педагогічних вищих закладах освіти, а також машинознавчу грамотність випускників закладів загальної середньої освіти. Вона може бути реалізована в позакласній діяльності та в закладах позашкільної освіти.

Подальші дослідження полягають у розробці цілісних педагогічних умов формування машинознавчих знань студентів; у розробці критеріїв і показників оцінювання світоглядних машинознавчих знань студентів; у розробці наукових основ інтеграції науково-природничих і машинознавчих знань студентів; у розробці наукових основ використання світоглядних машинознавчих знань у STEM-освіті школярів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Kropáč, J. (2004). K problému uceleného pojetí výuky obecně technických předmětů. *e-Pedagogium*, 4(1), 60-71. https://e-pedagogium.upol.cz/artkey/epd-200401-0007_k-problemu-uceleneho-pojeti-vyuky-obecne-technicky-predmetu.php
- [2] Barak, M., Ginzburg, T., & Erduran, S. (2024). Nature of Engineering. *Science & Education*, 33, 679–697. <https://doi.org/10.1007/s11191-022-00402-7>
- [3] Ortega-Torres, E. (2022). Training of future steam teachers: Comparison between primary degree students and secondary master's degree students. *Journal of Technology and Science Education*, 12(2), 484-495. <https://doi.org/10.3926/jotse.1319>
- [4] Crawley, E. F., Malmqvist, J., Ostlund, S., & Brodeur, D. R. (2007). *Rethinking engineering education: The CDIO approach*. New York, NY: Springer.
- [5] Purzer, S., Quintana-Cifuentes, J., & Menekse, M. (2022). The honeycomb of engineering framework: Philosophy of engineering guiding precollege engineering education. *Journal of Engineering Education*, 111(1), 19–39. <https://doi.org/10.1002/jee.20441>
- [6] García-Carmona, A., & Toma, R. B. (2024). Integration of engineering practices into secondary science education: Teacher experiences, emotions, and appraisals. *Research in Science Education*. 54. 549–572. <https://doi.org/10.1007/s11165-023-10152-3>
- [7] Papakonstantinou, M., & Skoumios, M. (2021). Science and engineering practices in the content of Greek middle school physics textbooks about forces and motion. *Journal of Technology and Science Education*, 11(2), 457-473. <https://doi.org/10.3926/jotse.1286>
- [8] Klementa, M., & Klementová, S. (2016). Benefits of the support of polytechnic education for non-technical schools' students. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 217, 149–159. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2016.02.049>
- [9] Pleasants, J., Krutka, D. G., & Nichols, T. P. (2023). What relationships do we want with technology? Toward technoskepticism in schools. *Harvard Educational Review*, 93(4), 486-515. <https://doi.org/10.17763/1943-5045-93.4.486>
- [10] Marušić, M., & Mišurac, I. (2023). Stupanj razumijevanja Newtonove mehanike kod budućih studenata. *Školski vjesnik: časopis za pedagoškijsku teoriju i praksu*, 72(1), 103-121. <https://doi.org/10.38003/sv.72.1.5>
- [11] Geiger, K., Breitschuh, J., & Matthiesen, S. (2016). Denken wie ein Ingenieur–Unterrichtseinheit für Schulen zum Erleben technischen Problemlösens. *Tagungsband der*, 11.
- [12] Erceg, N., Marusic, M., & Slisko, J. (2011). Students' strategies for solving partially specified physics problems. *Revista mexicana de fisica E*, 57(1), 44-50. <https://rmf.smf.mx/ojs/index.php/rmf-e/article/view/4654/6005>
- [13] Abdul-Rahaman, A.-M., & Thomas Nipielim Tindam. (2024). Assessing the Effectiveness of Science, Technology, Engineering, and mathematics (STEM) Education on Students' Achievement in Secondary Schools. *EIKI Journal of Effective Teaching Methods*, 2(2). <https://doi.org/10.59652/jetm.v2i2.179>
- [14] Valero, M. (2022). Challenges, difficulties and barriers for engineering higher education. *Journal of Technology and Science Education*, 12(3), 551-566. <https://doi.org/10.3926/jotse.1696>
- [15] Гуревич, Р. С. (1998). Теоретичні та методичні основи організації навчання у професійно-технічних закладах. Київ: Вища школа.
- [16] Подолянчук, С. В. (2019). Системний підхід до вивчення технічних дисциплін при підготовці вчителів трудового навчання та технологій. *Проблеми підготовки сучасного вчителя*, 1, 102–110.
- [17] Корець, М. С. (2019). Методика викладання технічних дисциплін. Київ: Вид-во НПУ ім. М. П. Драгоманова.
- [18] Неговський, І. В. (2010). Формування загальнотехнічних знань у процесі професійної підготовки майбутніх учителів технологій (Дис. канд. пед. наук, Національний університет біоресурсів і природокористування України). Київ.
- [19] Туташинський, В. І. (2019). Основи машинознавства. Київ: Педагогічна думка.
- [20] Юрженко, В. В. (2018). Основи техніки, технологій та економіки виробництва. Переяслав-Хмельницький: Домбровський Я. М.

- [21] Курок, В. П. та ін. (2022). Технологічна освіта в базовій школі з методикою викладання. Глухів: ГНПУ ім. О. Довженка.
- [22] Руська, Р. В. (2020). Теорія імовірності та математична статистика в психології. Тернопіль: ЗУНУ.
- [23] Сидоренко, В. К., & Юрженко, В. В. (2006). Основи сучасного виробництва. Київ: Наш час.
- [24] Калязін, Ю. В. (2022). Машинознавство. Частина I. Прикладна механіка. Полтава: ПП «Астроя»
- [25] Green way. (2016). Механічна трансмісія. <https://green-way.com.ua/uk/dovidniki/pidruchnyk-povlashtuvannju-avtomobilja/rozdil22-mehanichna-transmisija>
- [26] Гушулей, Й. М. (2000). Загальнотехнічна підготовка учнів у процесі трудового навчання: дидактичний аспект. Тернопіль: ТДПУ
- [27] Ivanchuk, A., Zuziak, T., Marushchak, O., Matviichuk, A., & Solovei, V. (2021). Training pre-service technology teachers to develop schoolchildren's technical literacy. *Problems of Education in the 21st Century*, 79(4), 554–567. <https://doi.org/10.33225/pec/21.79.554>
- [28] Vidal, C. (2008) Wat is een wereldbeeld? In Van Belle, H. & Van der Veken, J., Editors, *Nieuwheid denken. De wetenschappen en het creatieve aspect van de werkelijkheid*, in press. Acco, Leuven.

WORLDWIDE ENGINEERING KNOWLEDGE FUTURE TEACHERS OF TECHNOLOGIES

Ivanchuk Anatolii Vasylovich

Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor
Head of Fine and Decorative Art, Technology and Life Safety Department
Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynskyi State Pedagogical University
Vinnytsia, Ukraine
ORCID ID: 0000-0002-6996-1403
E-mail: anatolii.ivanchuk@vspu.edu.ua

Marushchak Oksana Vasylivna

Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor
Head of Fine and Decorative Art, Technology and Life Safety Department
Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynskyi State Pedagogical University
Vinnytsia, Ukraine
ORCID ID: 0000-0003-0754-6367
E-mail: ksanamar77@gmail.com

Krasylnykova Iryna Valeriivna

Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor
Head of Fine and Decorative Art, Technology and Life Safety Department
Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynskyi State Pedagogical University
Vinnytsia, Ukraine
ORCID ID: 0000-0002-3057-4000
E-mail: ivs 1327@gmail.com

Abstract. Mechanical engineering competence is a basic component of the professional training of future technology teachers. It is implemented, as a rule, in the specialized education of high school students and directs their professional self-determination to the field of modern production, helps schoolchildren navigate different types of working machines, using as a support the ability to determine their methods of action, and also allows future technology teachers to competently organize extracurricular work and extracurricular education of schoolchildren. Currently, the actual content of mechanical science knowledge of future technology teachers is narrow and irrelevant to their professional activity, as it models the basics of the professional competence of future design engineers in the mechanical engineering industry. The article substantiates the need to replace the functional concept of the content of mechanical knowledge of future technology teachers with the concept of the user of working machines. Accordingly, the knowledge of the engineer-designer of the machine-building industry is being replaced by the basic worldview knowledge of the mechanical engineer as a reference qualified user of working machines or equipment in general. In the study, it was hypothesized that the level of cognitive interest of future technology teachers in machine science knowledge will increase if their content is global. The essence of the method of control questions, which allows modeling the machine science worldview of the user of working machines, is revealed. The pedagogical experiment was conducted at Mykhailo Kotsiubynskyi Vinnytsia State Pedagogical University during 2018–2024. It consisted of three series of ascertaining, formative and control stages. At the ascertaining stage of the pedagogical experiment, the

actual level of students' interest in mechanical engineering knowledge was determined. At the formative stage, traditional machine learning competence was formed in the control groups and innovative machine learning competence in the experimental groups. At the end of the semesters, at the control stage, an assessment was made of the nature of the shift in the cognitive interests of the students of the control and experimental groups towards machine science knowledge. The theoretical value of the results lies in substantiating the concept of the user of working machines for determining the content of machine learning knowledge of future technology teachers. The practical value of the results lies in the use of technical problems as a didactic condition for the formation of students' machine science competence in the process of using the worldview of machine science knowledge they have learned to solve educational technical problem situations.

Keywords: technology teacher; machine learning competence; working machines; worldview knowledge; cognitive interest.

References (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

- [1] Kropáč, J. (2004). On the problem of a comprehensive concept of teaching technical subjects in general. *e-Pedagogium*, 4(1), 60-71. https://e-pedagogium.upol.cz/artkey/epd-200401-0007_k-problemu-uceleneho-pojetiyvuky-obecne-technicky-predmetu.php (in Czech Republic).
- [2] Barak, M., Ginzburg, T., & Erduran, S. (2024). Nature of Engineering. *Science & Education*, 33, 679–697. <https://doi.org/10.1007/s11191-022-00402-7> (in English).
- [3] Ortega-Torres, E. (2022). Training of future steam teachers: Comparison between primary degree students and secondary master's degree students. *Journal of Technology and Science Education*, 12(2), 484-495. <https://doi.org/10.3926/jotse.1319>
- [4] Crawley, E. F., Malmqvist, J., Ostlund, S., & Brodeur, D. R. (2007). *Rethinking engineering education: The CDIO approach*. New York, NY: Springer.
- [5] Purzer, S., Quintana-Cifuentes, J., & Menekse, M. (2022). The honeycomb of engineering framework: Philosophy of engineering guiding precollege engineering education. *Journal of Engineering Education*, 111(1), 19–39. <https://doi.org/10.1002/jee.20441> (in English).
- [6] García-Carmona, A., & Toma, R. B. (2024). Integration of engineering practices into secondary science education: Teacher experiences, emotions, and appraisals. *Research in Science Education*. 54. 549–572. <https://doi.org/10.1007/s11165-023-10152-3> (in English).
- [7] Papakonstantinou, M., & Skoumios, M. (2021). Science and engineering practices in the content of Greek middle school physics textbooks about forces and motion. *Journal of Technology and Science Education*, 11(2), 457-473. <https://doi.org/10.3926/jotse.1286> (in English).
- [8] Klementa, M., & Klementová, S. (2016). Benefits of the support of polytechnic education for non-technical schools' students. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 217, 149–159. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2016.02.049> (in English).
- [9] Pleasants, J., Krutka, D. G., & Nichols, T. P. (2023). What relationships do we want with technology? Toward technoskepticism in schools. *Harvard Educational Review*, 93(4), 486-515. <https://doi.org/10.17763/1943-5045-93.4.486> (in English).
- [10] Marušić, M., & Mišurac, I. (2023). Degree of understanding of Newtonian mechanics by future students. *Školski vjesnik: časopis za pedagoškijsku teoriju i praksu*, 72(1), 103-121. <https://doi.org/10.38003/sv.72.1.5> (in Croatia).
- [11] Geiger, K., Breitschuh, J., & Matthiesen, S. (2016). Think like an engineer – lesson unit for schools to experience technical problem solving. *Tagungsband der*, 11 (in German).
- [12] Erceg, N., Marusic, M., & Slisko, J. (2011). Students' strategies for solving partially specified physics problems. *Revista mexicana de fisica E*, 57(1), 44–50. <https://rmf.smf.mx/ojs/index.php/rmf-e/article/view/4654/6005> (in English).
- [13] Abdul-Rahaman, A.-M., & Thomas Nipielim Tindam. (2024). Assessing the Effectiveness of Science, Technology, Engineering, and mathematics (STEM) Education on Students' Achievement in Secondary Schools. *EIKI Journal of Effective Teaching Methods*, 2(2). <https://doi.org/10.59652/jetm.v2i2.179> (in English).
- [14] Valero, M. (2022). Challenges, difficulties and barriers for engineering higher education. *Journal of Technology and Science Education*, 12(3), 551-566. <https://doi.org/10.3926/jotse.1696> (in English).
- [15] Hurevych, R. S. (1998). *Theoretical and methodical foundations of the organization of training in vocational and technical institutions*. Kyiv: Vyshcha shkola (in Ukrainian).
- [16] Podolianshuk, S. V. A systematic approach to the study of technical disciplines in the training of teachers of labor education and technology. (2019). *Problemy pidhotovky suchasnoho vchytelia* (in Ukrainian).
- [17] Korets, M. S., (2019). *Methodology of teaching technical disciplines*. Kyiv: Vyd-vo NPU im. M. P. Drahomanova (in Ukrainian).
- [18] Nehovskyi, I. V. (2010). *Formation of general technical knowledge in the process of professional training of future technology teachers* (Doctoral dissertation, National university of life and environmental sciences of Ukraine). Kyiv (in Ukrainian).