

bachelors of natural sciences. Shifting the emphasis of higher professional education to the development of a competent and competitive specialist is an important criterion for the quality training of a future teacher of natural sciences.

Key words: *New Ukrainian School, future bachelors of natural sciences, biology competence, methodological approaches of professional training.*

УДК 373.58.091.313:51

DOI 10.5281/zenodo.10214513

Т. Г. Крамаренко

ORCID ID 0000-0003-2125-2242

Криворізький державний педагогічний університет

О. С. Пилипенко

ORCID ID 0000-0003-0493-8429

Відокремлений структурний підрозділ

«Криворізький фаховий коледж

Державного університету економіки і технологій»

ВИКОРИСТАННЯ STEM-ПІДХОДІВ У НАВЧАННІ МАТЕМАТИКИ СТУДЕНТІВ ЗАКЛАДІВ ФАХОВОЇ ПЕРЕДВИЩОЇ ОСВІТИ

У сучасній освітній практиці накопичено досвід організації STEM-навчання в закладах середньої освіти, але приділяється недостатньо уваги формуванню STEM-компетентностей фахових молодших бакалаврів. Підвищення рівня STEM-компетентностей здобувачів фахової передвищої освіти є актуальною педагогічною проблемою.

Метою статті є висвітлення доробку авторів з питання впровадження STEM-підходів у навчанні математики студентів закладів фахової передвищої освіти. Розкрито особливості впровадження проєктних технологій та трансдисциплінарного підходу. Значну увагу приділено навчанню математики студентів спеціальності 072 Фінанси, банківська справа, страхування та фондовий ринок. Подано рекомендації щодо впровадження STEM-підходів у розробленому навчально-методичному посібнику.

У ході дослідження авторами використані теоретичні й емпіричні методи. Зокрема, аналіз наукових джерел; спостереження за освітнім процесом; бесіди, тестування та анкетування студентів, систематизація результатів.

Зроблено висновки, що попит на STEM-компетентних фахівців потребує оновлення змісту навчальних програм та удосконалення теоретико-методичного забезпечення для підготовки студентів закладів фахової передвищої освіти. Одним з ефективних напрямів розвитку STEM-компетентностей студентів фахових коледжів є впровадження методу STEM-проєктів, який передбачає поєднання дослідницького, пошукового, проблемного, творчого підходів. Для досягнення високого рівня сформованості STEM-компетентностей студентів закладів фахової передвищої освіти необхідно упровадження STEM-підходів у навчанні, зокрема математики. У навчанні доцільно дотримуватися педагогічних умов: застосування ІКТ для забезпечення наочності та дослідницької спрямованості навчання математики; упровадження STEM-проєктів у навчанні математики; мотивування та стимулювання здобувачів освіти до навчально-пізнавальної та дослідницької діяльності через залучення до співпраці та використання індивідуального й групового коучингу; упровадження методики формування STEM-компетентностей.

Ключові слова: *STEM-освіта, STEM-компетентності, фахова передвища освіта, фахові молодші бакалаври, математика, методика навчання математики, цифрові технології, STEM-проєкт.*

Постановка проблеми. *STEM-орієнтований підхід до навчання поєднує науку, технології, інженерію та математику, є актуальним напрямом модернізації та інноваційного розвитку природничо-математичного й гуманітарного профілів освіти. У сучасній освітній*

практиці має місце низка суперечностей між світовими тенденціями розвитку освіти та реальними можливостями закладів освіти в Україні; необхідністю запровадження інновацій, викликаних процесами цифровізації та євроінтеграції; значним обсягом накопиченого вітчизняного та зарубіжного досвіду в організації STEM-освіти в закладах середньої освіти і приділенням недостатньої уваги формуванню STEM-компетентностей фахових молодших бакалаврів; попитом на STEM-компетентних фахівців, потрібних для вирішення технологічних проблем та недостатньою швидкістю оновлення змісту навчальних програм, розробленістю теоретико-методичного забезпечення для підготовки студентів закладів фахової передвищої освіти. Тому підвищення рівня STEM-компетентностей потребує поступового вирішення на рівні здобувачів фахової передвищої освіти.

Для досягнення високого рівня сформованості STEM-компетентностей студентів закладів фахової передвищої освіти необхідно запровадження STEM-підходів у навчанні, зокрема математики. Фахові молодші бакалаври, які пройшли підготовку з залученням STEM, здатні будуть якісніше приймати рішення, забезпечуючи більш поінформований і обґрунтований вибір у своїй кар'єрі.

Аналіз актуальних досліджень. Практичні аспекти реалізації STEM-освіти в Україні досліджують чимало науковців. Зокрема, висвітлюються проблеми підготовки та перепідготовки кадрів для реалізації STEM-навчання. Н. Балик, О. Барна, Г. Шмигер, В. Олексюк [1] пропонують модель професійної перепідготовки вчителів на основі розвитку STEM-компетентностей. Н. Валько, В. Осадчий, Н. Кушнір [3] досліджують питання визначення рівня готовності вчителів до впровадження STEM-освіти в Україні. STEM-проект як засіб навчання моделювання для майбутніх учителів математики та інформатики розглядають О. Семеніхіна, М. Друшляк та І. Шищенко [2]. Як один із ефективних engineering-інструментів ці автори розглядають систему динамічної математики GeoGebra. В. Пікалова [10] також досліджує використання GeoGebra як інструмента реалізації концепції STEM-освіти у процесі підготовки майбутніх учителів математики. К. Власенко, І. Сітак, О. Чумак, О. Кондратьєва здійснюють огляд досвіду впровадження технологій STEM-освіти [4]. В. Базурін розглядає розроблення учнями моделей фізичних явищ як один з шляхів реалізації STEAM-підходу в освіті [5]. О. Пилипенко [9] висвітлює сутність та структуру STEM-компетентностей здобувачів освіти. Актуальні проблеми STEM-освіти, зокрема, технологічні карти розробки STEM-проектів, знайшли відображення у посібнику авторського колективу Н. Поліхун, К. Постової, І. Сліпухіної, Г. Онопченко та О. Онопченко [11].

Проблема ефективності підготовки фахівців у закладах фахової передвищої освіти належить до пріоритетних у педагогічній науці. Окремі аспекти навчання математики у підготовці фахових молодших бакалаврів в Україні висвітлювали А. Бевз, В. Гиндрюк, Н. Юрченко, Л. Зубрик, С. Проскура, С. Литвинова, О. Шаврова, Н. Дьяченко та ін. Автори досліджень звертають увагу на те, що математика часто включена як основний предмет у навчальний план більшості освітніх програм підготовки молодших бакалаврів, є важливою частиною загальноосвітніх вимог, забезпечуючи розвиток у студентів аналітичних навичок та навичок розв'язання проблем. Особливо це важливо для професій, пов'язаних з обробкою фінансових даних, проведенням наукових досліджень або роботою з великими масивами даних. Часто вивчення математики необхідне для успішного оволодіння спеціалізованими предметами.

О. Зайцев, М. Колтакова [6] розглядають педагогічні умови формування професійної компетентності студентів спеціальності Фінанси, банківська справа, страхування та фондовий ринок, зокрема виділяють такі умови: 1) навчальну діяльність розглядати як систему, що містить дві підсистеми: діяльність студента і діяльність навчання; 2) предметом навчальної діяльності є досвід студента, який утворюється у процесі учіння шляхом привласнення елементів соціального досвіду; 3) розвитку студента сприяє лише та навчальна діяльність, яка має цілісний характер; 4) навчальну діяльність розуміти як діяльність продуктивну, творчу, у процесі якої студент засвоює професійні знання і способи їх здобуття, а викладач цьому сприяє. Автори також підкреслюють важливість розвитку професійної компетентності в контексті сучасних викликів у фінансовій та

банківській сферах. Вони зазначають ефективні педагогічні підходи та методи, які б сприяли розвитку професійних навичок та знань студентів.

О. Сліпушко [12] висвітлює використання практико-орієнтованого підходу у викладанні «Мікроекономіки» для студентів спеціальності Фінанси, банківська справа, страхування та фондовий ринок. Підхід передбачає використання ситуаційних завдань, які моделюють реальні сценарії, пов'язані з діяльністю банківських фахівців. Задачі поділяють на предметні, пов'язані з соціальним життям та пов'язані з майбутньою професією. Автор підкреслює, що ситуаційні задачі підвищують мотивацію студентів до навчання, пропонує розроблений збірник задач для мікроекономіки.

Невирішена частина проблеми. Аналіз наукових джерел засвідчив обмаль праць присвячених формуванню STEM-компетентностей студентів фахових коледжів, а також залученню педагогічних працівників закладів передвищої освіти до процесів забезпечення якості підготовки фахівців із використанням можливостей STEM-освіти. Недостатньо уваги приділено як питанням використання STEM-підходів у навчанні математики студентів закладів фахової передвищої освіти, так власне і підготовці майбутніх учителів математики для вирішення окресленої проблеми.

Метою статті є висвітлення доробку авторів з питання впровадження STEM-підходів у навчанні математики студентів закладів фахової передвищої освіти, особливостей впровадження проєктних технологій та трансдисциплінарного підходу у навчанні, зокрема представлених у навчально-методичному посібнику «Математика в STEMі» [7], розробленому авторами дослідження.

Методи дослідження. У ході дослідження використані такі теоретичні й емпіричні методи як аналіз наукових джерел для визначення важливих напрямків, на яких варто зосередити увагу для формування STEM-компетентностей здобувачів освіти; спостереження за освітнім процесом; бесіди, тестування та анкетування студентів, систематизація результатів дослідження.

Виклад основного матеріалу. Стандарти [13] фахової передвищої освіти визначають необхідні компетентності, які студенти повинні здобути під час навчання. Ці компетентності можуть бути загальними (наприклад, комунікаційні навички, критичне мислення) або спеціальними для конкретної спеціальності. Нами проаналізовано стандарти фахової передвищої освіти за спеціальностями 029, 072, 071, 076, 181 та виокремлено ті компетентності, яких можуть набувати студенти, вивчаючи STEM-дисципліни, зокрема математику. З них можна віднести до STEM-компетентностей наступні загальні компетентності: здатності застосовувати знання у практичних ситуаціях; використовувати інформаційні та комунікаційні технології; здатності до пошуку, опрацювання та аналізу інформації з різних джерел тощо. До спеціальних компетентностей студентів, наприклад, спеціальності 072 Фінанси, банківська справа, страхування та фондовий ринок, які певною мірою пов'язані зі STEM, доцільно віднести здатності використовувати теоретичний і методичний інструментарій фінансової, економічної, математичної, статистичної, правової та інших наук для розв'язання складних завдань у сфері фінансів, банківської справи та страхування; застосовувати сучасне інформаційне та програмне забезпечення для отримання й обробки даних у сфері фінансів, банківської справи та страхування; здійснювати ефективні комунікації між фахівцями і користувачами послуг у сфері фінансів, банківської справи та страхування. Успіх у STEM-навчанні математики для студентів фінансових спеціальностей залежить від впровадження сучасних методик та педагогічних інновацій. Один з ключових аспектів – це інтеграція математичних концепцій у фінансові дисципліни, що дозволяє студентам бачити зв'язок між теорією та практикою. Прикладом може бути використання математичних моделей для аналізу ризиків та прийняття фінансових рішень, розрахунків відсоткових ставок та кредитів, вивчення інвестиційних стратегій та торговельних операцій.

Під поняттям «STEM-компетентності» студентів розуміємо інтегроване особистісне утворення, що проявляється у сформованості його складових: ключової математичної компетентності; інформаційно-комунікаційної компетентності; базових компетентностей

в галузях природознавства і техніки; проєктно-технологічної компетентності; критичного мислення [9]. До педагогічних умов успішного формування STEM-компетентностей студентів закладів фахової передвищої освіти у навчанні математики доцільно віднести застосування ІКТ для забезпечення наочності та дослідницької спрямованості навчання математики; упровадження STEM-проєктів у навчанні математики. Надзвичайно потрібно забезпечити мотивування та стимулювання здобувачів освіти до навчально-пізнавальної та дослідницької діяльності через залучення до співпраці та використання індивідуального й групового коучингу. У STEM-навчанні математики ефективно використовуються прикладні завдання, які стимулюють активну участь студентів у навчальному процесі. Такий підхід допомагає переконати у важливості математичних знань і розвиває вміння аналізувати та розв'язувати проблеми. Завдяки завданням прикладного змісту, студенти можуть застосовувати отримані знання до реальних ситуацій, що збільшує їхню мотивацію та інтерес до предмета. Технології відіграють важливу роль у STEM-навчанні математики. Використання програм, симуляцій та інтерактивних ресурсів дозволяє зробити навчання більш доступним та зрозумілим для студентів. Використання фінансових аналітичних програм допомагає студентам проводити реальний аналіз даних та здійснювати прогнози ринкових тенденцій. Крім того, використання візуалізацій та діаграм допомагає впевнено засвоїти складні математичні концепції.

Щоб сприяти успішному упровадженню STEM-підходів, нами розроблено навчально-методичний посібник «Математика в STEMі» [7]. У першому розділі посібника «STEM-навчання: від теорії до практики впровадження» подано відомості про структуру методичної системи STEM-навчання, сутність STEM-компетентностей. Однією з важливих умов успішного впровадження STEM-підходів у навчанні є підготовка фахівців з питань STEM-освіти, підвищення кваліфікації працюючих учителів, у тому числі учителів математики. У другому розділі значну увагу приділено висвітленню особливостей застосування систем динамічної математики. Далі подаються методичні рекомендації щодо використання у навчанні математики STEM-підходів, дібрано зміст навчального матеріалу, комп'ютерно-орієнтовані методи і форми навчання. Значну увагу приділено впровадженню проєктних технологій навчання, реалізації міжпредметних зв'язків у навчанні математики. Представлено методичні розробки STEM-заходів – приклади проєктів та інтегрованих уроків. До кожного з пропонуєваних заходів, які можна зреалізувати при вивченні зазначеної теми з математики, подано орієнтовну назву проєкту, зазначено вікову категорію, клас навчання в закладі середньої освіти чи курс навчання у закладі фахової передвищої освіти, окреслено перелік навчальних предметів, які можуть інтегруватися. Для кожного заходу описано мету застосування та обґрунтовано актуальність впровадження, запропоновано доцільне обладнання. Впровадження STEM-проєктів сприятиме розвитку у здобувачів освіти навичок співпраці; умінь розв'язувати складні проблеми (complex problem solving skills); дослідницьких навичок; критичного та креативного мислення. У ході реалізації заходу здобувачі освіти працюють в групах чи індивідуально. У кожному заході акцентується увага на можливому прогнозованому практичному результаті; подано опис алгоритму дій та рекомендації щодо ходу впровадження. У STEM-навчанні можуть бути успішно використані імерсивні технології, зокрема технології доповненої та віртуальної реальності. Приклади використання GeoGebra наведено нами у зазначеному вище посібнику.

Проведення STEM-занять математики для студентів фінансових спеціальностей вимагає ретельного планування та добору відповідного матеріалу. Основна мета занять – показати студентам практичне застосування математики в їхній майбутній професійній діяльності. Наприклад, можна розробити проєкт, в якому студенти здійснюватимуть фінансовий аналіз компаній, аналізуючи їхні фінансові звіти та прогнозуючи подальший розвиток. Такий підхід розвиватиме у студентів практичні навички та допоможе усвідомити, наскільки математика є важливою у сфері фінансів. Приклади STEM-проєктів з представленням детальних технологічних схем їх реалізації висвітлено нами у навчально-методичному посібнику [7]. Користуючись посібником, вчитель / викладач

математики зможе дібрати проекти з майже трьох десятків запропонованих для реалізації, розглянути та запропонувати студентам доцільні зразки.

В оцінюванні успішності у STEM-навчанні математики використовуються як традиційні методи, так і альтернативні. Традиційні методи оцінювання, такі як письмові контрольні роботи та іспити, надають загальну оцінку знань студентів. Альтернативні методи, такі як проектні завдання, практичні роботи та публічні презентації, дозволяють оцінити не лише знання, а й здатність студентів до критичного мислення та розв'язання реальних проблем. У результаті впровадження STEM-навчання для студентів спеціальності 072 Фінанси, банківська справа, страхування та фондовий ринок вони зможуть підвищити наступні результати навчання [13]: застосовувати набуті теоретичні знання у практичній діяльності для розв'язання професійних завдань (PH 06); застосовувати сучасне інформаційне та програмне забезпечення для отримання й обробки даних у сфері фінансів, банківської справи та страхування (PH 07); здійснювати пошук, відбір та опрацювання інформації з різних джерел у процесі професійної діяльності (PH 08); застосовувати інновації у сфері фінансів, банківської справи та страхування (PH 14); виявляти навички самостійної роботи та роботи в команді, демонструвати гнучке мислення, відкритість до нових знань (PH 15).

Як показали результати дослідження, одним із найефективніших способів розвитку STEM-компетентностей студентів фахових коледжів є впровадження методу STEM-проектів, який передбачає поєднання дослідницького, пошукового, проблемного, творчого підходів, сприяє творчому розвитку студентів, готує їх до вирішення важливих комплексних проблем у повсякденному житті. Для впровадження методу проектів у навчальний процес необхідно використати, насамперед, суб'єктний досвід студентів, інтерес до отримання нових знань та застосування їх в реальному житті. Розпочинати STEM-навчання доцільно з організації та проведення бінарних уроків з математики та відповідної фінансової дисципліни; математики та статистики; математики, фізики та економіки; математики та інформатики. Значимим просуванням може стати власне підготовка, обговорення та реалізація STEM-проектів.

У ВСП Криворізькому фаховому коледжі Державного університету економіки і технологій проведено низку інтегрованих / бінарних уроків математики з використанням STEM-підходів, впроваджувалися STEM-проекти.

Під час вивчення теми з математики «Показникова функція, властивості та графік» зі студентами 1-2 курсів фахових коледжів доречним та цікавим для студентів буде впровадження STEM-проекту «Фінансова математика» чи «Математика кредитів», який дасть змогу здобувачам освіти глибше ознайомитися з професією, зрозуміти механізми нарахування відсотків тощо. З основних напрямів фінансової математики для ознайомлення здобувачам освіти доцільно запропонувати математику кредиту, яка пов'язана з виконанням процентних розрахунків. Зі студентами старших курсів у подальшому доцільно при вивченні математики розглядати питання, пов'язані з різними борговими інструментами, наприклад, депозитарними сертифікатами, векселями, облігаціями; аналізувати потоки платежів, які застосовуються у кредитуванні, банківській справі та інвестуванні.

До початку роботи над проектом викладачу / керівнику / стейкхолдеру доцільно поспілкуватися зі студентами про основні складові проектної діяльності. Такими є постановка проблеми, проектування / планування діяльності, пошук відомостей, варіантів розв'язання проблеми, спрямованість на отримання певного продукту діяльності, презентація / представлення результату. Навіть працюючи над однаковою темою, наприклад, «В якому банку, на яких умовах, на який термін та в якому обсязі краще взяти кредит?», студенти ставитимуть власні цілі, по-різному бачитимуть кінцевий продукт проектної діяльності та його презентацію. Наприклад, можуть «брати» кредит на покупку житла, започаткування власного бізнесу, отримання вищої освіти, покупку мобільного гаджета, автомобіля, облаштування майданчика для відпочинку тощо. Студенти інтегрують знання з навчальних дисциплін, включаючи математику. Поставлені цілі, розроблені продукти / прийнятні рішення будуть особистісно значимими для кожного студента.

Зазвичай, на підготовчих та мотиваційних етапах реалізації STEM-проектів доцільно проводити зі студентами так звані «мозкові штурми». Під час «штурму» студенти висувують власні ідеї щодо того, як найкраще вирішити проблему, можуть їх аналізувати, оцінювати достовірність відомостей, релевантність отриманої інформації. Вмотивований на виконання проекту студент зможе досягнути більшого успіху і удосконалити ціннісно-мотиваційний компонент STEM-компетентності, власне критичне мислення.

Автори підручника математики [8, с. 244] пояснюють, як при вивченні математики уникнути неоднозначності в задачах на відсоткові розрахунки. Задачі, у яких ідеться про зміну процентних ставок, можуть викликати певні ускладнення. Типовими прикладами є задачі, у яких ідеться про збільшення (зменшення) «банківського відсотка». Щоб уникнути цієї неоднозначності, в економіці та інших областях, де широко застосовують відсоткові розрахунки, використовують поняття «процентні пункти».

У сучасних умовах відсотки капіталізуються, як правило, не один, а декілька разів на рік – по півріччях, поквартально, щомісячно. Деякі комерційні банки практикують навіть щоденне нарахування відсотків. На практиці, як правило, фіксується не ставка за період нарахування, а річна ставка, де період нарахування вказується. Вивчаючи математику, студенти мають зрозуміти, чим частіше нараховуються відсотки, тим швидше відбувається процес нарощення боргу. Наші дослідження показали, що молодшим фаховим бакалаврам важливо дізнатися також про актуарні розрахунки, які складають математичну основу для страхування. У ході впровадження такого проекту при вивченні показникової функції підвищується фінансова грамотність учасників, удосконалюються знання та уміння студентів з фінансової математики. При цьому студенти крім підвищення рівня когнітивного складника STEM-компетентності, фіксували удосконалення креативно-діяльнісного та рефлексивно-оцінного.

Технології у проектах використовуються як для пошуку та аналізу доцільних відомостей, так і для створення нових продуктів. Наприклад, доцільно пропонувати студентам створювати шаблони для обчислень у таблицях Google, а також фрагменти програми «Фінансовий калькулятор» доступною для них мовою програмування. Студентам цікаво ознайомитися з уже існуючими фінансовими калькуляторами, розібратися з алгоритмами обчислень. Під час виконання подібних завдань у ході реалізації проекту інтегруються знання студентів з математики та інформатики, удосконалюються ключова математична та інформаційно-комунікаційна компетентності. Для забезпечення повноцінного спілкування, зворотного зв'язку «студент-студент», «студент-викладач», доцільно на першому етапі роботи над проектом створити сайт чи блог проекту. На сайті можуть висвітлюватися здобутки студентів, розроблені ними продукти проектної діяльності. Технологічну карту реалізації проекту «Фінансова математика» описали у посібнику [7, с. 157].

Для студентів, які опановують облік та оподаткування, можна використовувати у навчанні різні комп'ютерні програми математичного спрямування, які сприяють аналізу фінансових даних, виконанню розрахунків, оподаткуванню та фінансовому плануванню. При цьому студенти зможуть удосконалити власну ключову математичну та інформаційно-комунікаційні компетентності. Зазвичай, для розв'язування завдань з математики студентам 1-2 курсів фахових коледжів достатньо скористатися електронними таблицями Google або Microsoft Excel. Вони є потужними інструментами для створення таблиць і роботи з даними, виконання розрахунків, побудови графіків та діаграм. В електронних таблицях студенти зможуть створювати формули для автоматичних обчислень з фінансового аналізу і обліку. Користуючись відомостями з мережі, студенти готували і мали змогу виступити з повідомленнями про те, що для фінансового аналізу є програмне забезпечення, яке може надавати доступ до фінансових даних, показників, рейтингів і аналітичних інструментів, що дозволяє здійснювати комплексний аналіз фінансових даних підприємств. Майбутнім бухгалтерам цікаво дізнатися про відповідні бухгалтерські програми, які використовуються в Україні. Алгоритми дій в розрахунках програм пов'язана із застосуванням математичного апарату. Математика лежить в основі багатьох фінансових показників, що використовуються для фінансового аналізу та звітності.

Навчаючи математики студентів спеціальності 076 Підприємництво та торгівля, доцільно акцентувати увагу, що математичні розрахунки використовуються для оцінки та кількісного визначення ризиків, допомагають підприємцям приймати обґрунтовані рішення та розробляти стратегії їх зменшення, розрахувати рентабельність інвестицій, прибутки, збитки, витрати та доходи.

Багато планово-виробничих і економічних задач пов'язані з розподілом обмежених ресурсів (сировини, робочої сили, палива тощо). Необхідністю розв'язування таких задач найбільш природно обґрунтувати потребу у нових ідеях, знаннях і методах математики. Часто розподіл ресурсів можна здійснити не одним чином, по-різному вибираючи технологію, сировину, застосовуючи обладнання, організацію процесу. При цьому кожний спосіб розподілу ресурсів, що оцінюється з позиції деякого критерію (прибуток, об'єм випуску продукції тощо), характеризується певним значенням показника цього критерію. Природним є намір знайти оптимальний варіант розподілу (програму, план), який би гарантував найбільший економічний ефект.

Методи і моделі лінійного програмування широко застосовуються при оптимізації процесів у всіх галузях народного господарства: при розробці виробничої програми підприємства, розподілі її по виконавцях, при розміщенні замовлень між виконавцями і по тимчасових інтервалах, при визначенні найкращого асортименту продукції, що випускається, в задачах перспективного, поточного та оперативного планування і управління; при плануванні вантажопотоків, визначенні плану товарообігу і його розподілу; в задачах розвитку і розміщення продуктивних сил, баз і складів матеріальних ресурсів тощо. У посібнику [7, с. 212] нами наведено приклади задач на визначення оптимального за прибутком плану виробництва, які ми пропонували студентам при вивченні систем лінійних рівнянь на нерівностей. Запропонувавши задачу на оптимізацію транспортних перевезень, розраховуємо, що студенти зможуть проявити, а у подальшому й удосконалити базові компетентності в галузях природознавства і техніки.

У рамках інтеграції знань студентів з математики та інформатики нами був розроблений та впроваджений трансдисциплінарний STEM-проект «Зони відпочинку». Студентам фахового коледжу було запропоновано створити у програмі TinkerCAD побутові просторові тіла та знайти об'єм просторової фігури. Також пропонували STEM-проект зі створенням в програмі TinkerCAD «Зони відпочинку». Відповідно з розробленими зонами, далі кожен студент-«архітектор» отримав індивідуальні завдання для математичних розрахунків. Наприклад, розрахувати кількість коштів, що піде на матеріали для облаштування такого майданчика, чи хоча б на фарбування майданчика. Деякі студенти склали повний кошторис, тобто враховували всі витрати на матеріали, роботу, доставку.

Процесу поетапної реалізації навчального STEM-проекту передують його детальне планування з визначенням проблематики, мети та постановки завдань, а також передбаченням основного результату в процесі реалізації. Авторський колектив Н. І. Поліхун, К. Г. Постова, І. А. Сліпухіна, Г. В. Онопченко та О. В. Онопченко пропонують доцільну технологічну схему для розробки та впровадження STEM-проектів у навчання обдарованих дітей [11, с. 51-54]. Даною схемою ми також користувалися при розробці та впровадженні проектів для студентів.

На етапі планування студенти розробляють графік реалізації проекту, формулюють задачі для груп або індивідуальних виконавців, здійснюють розподіл задач між групами або окремими виконавцями, погоджують терміни виконання. У ході організаційно-дослідницького (технологічного) етапу студенти здійснюють пошук необхідних відомостей, аналізують, розробляють алгоритм виконання завдання, створюють запланований продукт. До участі у заключному етапі презентації розроблених продуктів студентам потрібно було підготувати звіт у вигляді усної розповіді з демонстрацією презентації, можливих виготовлених макетів з паперу та розробок у згаданому програмному забезпеченні TinkerCAD. Для забезпечення зростання показників рефлексивно-оцінного компоненту STEM-компетентностей студентів необхідно здійснити само- та взаємоаналіз розроблених продуктів, само- і взаємооцінювання.

Впродовж роботи над проектом викладач здійснює формувальне оцінювання, наприкінці проекту – підсумовуюче. Для формувального оцінювання доцільно використовувати різноманітні сучасні засоби ІКТ.

Ми успішно залучали студентів коледжу до участі у STEM-проекті «Створення 3D голограми». Голограма – це проектування зображення об'єкта з площини у тривимірний простір. При цьому створюється ілюзія об'ємності, оскільки людина бачить не самі об'єкти, а лише їхні світлові образи. Запропонований проєкт є міждисциплінарним. На заняттях з математики під час вивчення теми «Перерізи многогранників» студентам було запропоновано зробити макет правильної зрізаної чотирикутної піраміди. Матеріалом для виготовлення слугували пластикові пластини. Спочатку студенти зробили розмітку на пластині, потім вирізали та склеїли макет. Для перевірки роботи відкрили готове відео 3D-голограми на телефоні і поставили зверху перевернуту модель. На інформатиці, під час вивчення комп'ютерної графіки, зробили власні відео для 3D-голограми. Студентам було запропоновано список тем з різних предметів. Таким чином, в результаті отримали велику кількість відео, які у подальшому використовували на різних дисциплінах. Наприклад, під час вивчення теми «Адаптація» на біології і екології студенти можуть переглянути відео на 3D-голограмі про тварин, які мають властивість адаптації. Використання створених голограм на заняттях збільшувало інтерес студентів та мотивувало досліджувати.

Висновки та перспективи подальших наукових розвідок. 1) Успіх у навчанні математики студентів фахової передвищої освіти обумовлює впровадження сучасних методик та педагогічних інновацій, зокрема STEM-навчання. Попит на STEM-компетентних фахівців потребує оновлення змісту навчальних програм та удосконалення теоретико-методичного забезпечення для підготовки студентів закладів фахової передвищої освіти. 2) Для досягнення високого рівня сформованості STEM-компетентностей студентів закладів фахової передвищої освіти необхідно упровадження STEM-підходів у навчанні, зокрема математики. У навчанні доцільно відстежувати міжпредметні зв'язки та прикладні напрямки навчання математики. Одним з ефективних напрямів розвитку STEM-компетентностей студентів фахових коледжів є впровадження методу STEM-проектів, який передбачає поєднання дослідницького, пошукового, проблемного, творчого підходів. STEM-проекти повинні мати дослідницьку та практичну спрямованість, ілюструвати взаємозв'язки теорії та практики. 3) У навчанні доцільно дотримуватися педагогічних умов: застосування ІКТ для забезпечення наочності та дослідницької спрямованості навчання математики; упровадження STEM-проектів у навчанні математики; мотивування та стимулювання здобувачів освіти до навчально-пізнавальної та дослідницької діяльності через залучення до співпраці та використання індивідуального й групового коучингу; упровадження методики формування STEM-компетентностей. 4) Математичні додатки з елементами доповненої та віртуальної реальності для мобільних телефонів, стають дієвими інструментами завдяки STEM-освіті для засвоєння математики і набуття навичок розв'язування математичних задач через математичні практикуми з завданнями дослідницького характеру; демонстрацію експериментів з їх аналізом, що систематизує отримані знання; участь у навчальних проєктах. Завдяки більшій зацікавленості навчанням математики студенти зможуть краще підготуватися до практичного застосування математичних знань у майбутній професійній діяльності. 5) У ході проєктної діяльності під час вивчення математики у молодших фахових бакалаврів розвиваються усі складники STEM-компетентності: ключова математична, інформаційно-комунікаційна, проєктно-технологічна та критичне мислення. STEM-навчання математики є потужним інструментом для покращення якості освіти та підготовки майбутніх фахівців. Це дозволяє студентам не лише засвоювати факти, а й розуміти сутність математичних концепцій та їх застосування у професійній діяльності.

Подальші наші напрацювання будуть пов'язані з дослідженням особливостей запровадження трансдисциплінарного підходу в підготовці майбутніх учителів математики до впровадження STEM-навчання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Balyk, N., Barna, O., Shmyger, G., Oleksiuk, V. (2018). Model of Professional Retraining of Teachers Based on the Development of STEM Competencies. *ICT in Education, Research and Industrial Applications. Proc. 14th Int. Conf. ICTERI 2018, 2. Vol. 2104*, 318–331. Retrieved from: https://ceur-ws.org/Vol-2104/paper_157.pdf
2. Semenikhina, O. V., Drushlyak, M. G., Shishenko, I. V. (2022). STEM-project as a means of learning modeling for pre-service mathematics and computer science teachers. *Information Technologies and Learning Tools*. 90, Issue 4, 46–56. Retrieved from: <https://doi.org/10.33407/itlt.v90i4.4946>.
3. Valko, N., Osadchyi, V., Kushnir, N. (2019). Determining the Level of Readiness of Teachers to Implementation of STEM-Education in Ukraine. *Proceedings of 15th International Conference on ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer. CEUR 16 Workshop Proceedings*. 2393, 144–155. Retrieved from: http://ceurws.org/Vol-2393/paper_369.pdf.
4. Vlasenko, K., Sitak, I., Chumak, O., Kondratyeva, O. (2019). Review of the Experience with the Implementation of STEM-education Technologies. *Current Issues in Ensuring the Quality of Mathematical Education. SCASPEE*. 97–110. Retrieved from: https://drive.google.com/file/d/0B0mGM6lS_wnKZVpKWfK1LWIKRTdaVndEdFVvLU5SeFRpRWN3/view.
5. Базурін, В. М. (2023). Розроблення учнями моделей фізичних явищ як один з шляхів реалізації STEAM-підходу в освіті. *Актуальні питання природничо-математичної освіти*, 1(21), 22–28. (Bazurin, V. M. Development of models of physical phenomena by students as one of the ways to implement the STEAM approach in education. *Current issues of natural and mathematical education*, 1(21), 22–28.
6. Зайцев, О. В., Колтакова, М. Ю. (2017). Педагогічні умови формування професійної компетентності студентів спеціальності «Фінанси, банківська справа та страхування». *Науковий вісник Херсонського державного університету. Економічні науки*, 26(2), 79–83. (Zaitsev, O. V., Koltakova, M. Y. Pedagogical conditions for the formation of professional competence of students majoring in "Finance, Banking and Insurance". *Scientific Bulletin of Kherson State University. Economic Sciences*, 26(2), 79–83.
7. Крамаренко, Т. Г., Пилипенко, О. С. (2023). Математика в STEMі. Криворізький державний педагогічний університет. Режим доступу: <http://elibrary.kdpu.edu.ua/xmlui/handle/123456789/7849>. (Kramarenko, T. H., Pilipenko, O. S. (2023). *Mathematics in STEM*. Kryvyi Rih State Pedagogical University. Retrieved from: <http://elibrary.kdpu.edu.ua/xmlui/handle/123456789/7849>.
8. Мерзляк, А. Г., Номіровський, Д. А., Полонський, В. Б., Якір, М. С. (2018). Алгебра і початки аналізу : початок вивчення на поглибленому рівні з 8 класу, профільний рівень : підручник для 10 класів закладів загальної середньої освіти. Харків : Гімназія. (Merzlyak, A. G., Nomirovsky, D. A., Polonsky, V. B., Yakir, M. S. (2018). *Algebra and the beginnings of analysis: beginning of study at the advanced level from grade 8, professional level: textbook for 10th grade of general secondary education*. Kharkiv: Himnazia).
9. Пилипенко, О. С. (2021). STEM-компетентності: сутність та структура. *Наукові записки Бердянського державного педагогічного університету : Педагогічні науки*, 3, 142–149. Режим доступу: <https://doi.org/10.31812/123456789/4535>. (Pylypenko, O. S. (2021). *STEM competencies: essence and structure*. *Scientific Notes of Berdiansk State Pedagogical University: Pedagogical Sciences*, 3, 142–149. Retrieved from: <https://doi.org/10.31812/123456789/4535>).
10. Пікалова, В. В. (2021). Використання пакету GeoGebra як інструмента реалізації концепції STEM-освіти у процесі підготовки майбутніх учителів математики (автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.10). Режим доступу: <http://dspace.luguniv.edu.ua/xmlui/handle/123456789/7747>. Кривий Ріг (Pikalova, V. V. (2021). *Using the GeoGebra package as a tool for implementing the concept of STEM education in the process of training future mathematics teachers (PhD thesis)*. Kryvyi Rih. Retrieved from: <http://dspace.luguniv.edu.ua/xmlui/handle/123456789/7747>).

11. Поліхун, Н. І., Постова, К. Г., Сліпухіна, І. А., Онопченко, Г. В., Онопченко, О. В. (2019). Упровадження STEM-освіти в умовах інтеграції формальної і неформальної освіти обдарованих учнів. Інститут обдарованої дитини НАПН України. (Polikhun, N. I., Postova, K. G., Slipukhina, I. A., Onopchenko, G. V., Onopchenko, O. V. (2019). Implementation of STEM education in the context of integration of formal and non-formal education of gifted students. Institute of Gifted Child of the National Academy of Pedagogical Sciences of Ukraine).
12. Сліпушко, О. (2018). Практико-орієнтований підхід у викладанні економічних дисциплін майбутнім фахівцям банківської справи. Фізико-математична освіта, 1(15), 2, 42–47. (Slipushko, O. (2018). Practice-oriented approach in teaching economic disciplines to future banking specialists. Physical and mathematical education. 1(15), 2, 42–47.
13. Фахова передвища освіта. Міністерство освіти і науки України : затверджені стандарти. Режим доступу: <https://mon.gov.ua/ua/osvita/fahova-peredvisha-osvita/sekto-fahovoyi-peredvishoyi-osviti/zatverdzheni-standarti>. (Professional higher education. Ministry of Education and Science of Ukraine: approved standards.). Retrieved from: <https://mon.gov.ua/ua/osvita/fahova-peredvisha-osvita/sekto-fahovoyi-peredvishoyi-osviti/zatverdzheni-standarti>.

Kramarenko T. H., Pylypenko O. S. The use of STEM-approaches in teaching mathematics of students of professional higher education institutions.

Summary. Modern educational practice has accumulated experience in organizing STEM education in secondary education institutions, but insufficient attention is paid to the formation of STEM competencies of professional junior bachelors. Raising the level of STEM competencies of students of professional higher education is an urgent pedagogical problem.

The purpose of the article is to highlight the authors' work on the implementation of STEM approaches in teaching mathematics to students of professional higher education institutions. The features of the implementation of project technologies and a transdisciplinary approach are revealed. Considerable attention is paid to teaching mathematics to students of specialty 072 Finance, Banking, Insurance. The authors provide recommendations for the implementation of STEM-approaches in the developed textbook "Mathematics in STEM".

In the course of the study, the authors used theoretical and empirical methods. In particular, the analysis of scientific sources; observation of the educational process; interviews, testing and questionnaires of students, and systematization of the results.

It is concluded that the demand for STEM-competent specialists requires updating the content of curricula and improving the theoretical and methodological support for the training of students of professional higher education institutions. One of the effective ways to develop STEM competencies of students of professional colleges is to implement the STEM project method, which involves a combination of research, search, problem-solving, and creative approaches. In order to achieve a high level of STEM competencies among students of professional higher education institutions, it is necessary to introduce STEM approaches in teaching, in particular mathematics. In teaching, it is advisable to adhere to pedagogical conditions: application of ICT to ensure visibility and research orientation of mathematics teaching; implementation of STEM projects in mathematics teaching; motivating and stimulating students to engage in educational, cognitive and research activities through engagement in cooperation and the use of individual and group coaching; implementation of the methodology for the formation of STEM competencies.

Key words: STEM education, STEM competencies, professional higher education, professional junior bachelors, mathematics, methods of teaching mathematics, digital technologies, STEM project.