

Taking into account the Standard of higher education in Ukraine for specialty 017 "Physical Culture and Sports" and identified students' needs, we consider it appropriate to recommend introduction as a major component of educational programs for bachelors - future professionals in physical culture and sports, of the discipline "Fundamentals of Society Sustainable Development" for the successful training of future specialists in physical culture and sports for educational activities in the interests of sustainable development in the T.H. Shevchenko National University "Chernihiv Colehium".

Key words: *sustainable development, education for sustainable development, future specialists of physical culture and sports, institution of higher education, professional training.*

УДК 378.147:519.21

Тетяна Ярхо

Харківський національний автомобільно-дорожній університет
ORCID ID 0000-0003-2669-5384

Тетяна Ємельянова

Харківський національний автомобільно-дорожній університет
ORCID ID 0000-0001-7451-8193

Дмитро Легейда

Харківський національний університет будівництва та архітектури
ORCID ID 0000-0002-8983-0822

DOI 10.24139/2312-5993/2021.03/307-320

ДИДАКТИЧНА ОСНОВА БАЗОВОЇ МАТЕМАТИЧНОЇ ПІДГОТОВКИ В АСПЕКТІ ВПРОВАДЖЕННЯ СУЧАСНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ STEM-ОСВІТИ У ЗВО

Статтю присвячено проблемі впровадження в навчальний процес ЗВО актуальної педагогічної технології STEM-освіти, що являє собою трансдисциплінарний підхід до навчання. Проведено аналіз дидактичної основи фундаменталізації базової математичної підготовки майбутніх фахівців технічного профілю у ЗВО в умовах компетентнісної парадигми освіти. За результатом аналізу представлено ключові дидактичні принципи як чинник успішної взаємодії напрямів навчання в межах STEM-технології.

Ключові слова: *педагогічна технологія, STEM-освіта, трансдисциплінарний підхід, дидактична основа, математична підготовка, фундаменталізація базової математичної підготовки, компетентнісна парадигма освіти.*

Постановка проблеми. Останнім часом значну кількість наукових робіт дослідників технологій сучасної професійної підготовки майбутніх фахівців технічних спеціальностей у ЗВО присвячено концепції STEM-освіти. Аббревіатура «STEM» включає: S-science (природничі науки), T-technology (технології), E-engineering (інженерія), M-mathematics (математика) («Концепція розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти)», 2020; Авдеєва, 2019).

Т. Авдеєва (Авдеєва, 2019) відзначає, що абревіатуру «STEM» уперше було запропоновано американським бактеріологом Р. Колвеллом у 1990-х роках минулого століття. Активне використання STEM розпочалося з 2011 року. Воно пов'язане з іменем біолога Джудит А. Ромалі. Ця вчена як керівник Інституту природничих наук США була відповідальною за розробку нових освітніх програм. При всьому різноманітті існуючих точок зору майже всі дослідники сходяться на думці, що STEM-освіта є сучасним освітнім феноменом, сутність якого полягає в підготовці тих, хто навчається, до ефективного застосування отриманих знань у вирішенні складних професійних проблем, у тому числі – через удосконалення високоорганізованого мислення (Чемяков та Крилов, 2015). STEM-технологія передбачає злиття в єдине ціле розрізнених знань, що включають природничі науки, технології, інженеринг, проектування й математику (Авдеєва, 2019).

Актуальність розробки STEM-освіти як нового напрямку обумовлено існуванням низки суттєвих проблем і протиріч: традиційна система освіти не повною мірою відповідає вимогам до підготовки технічних фахівців XXI століття, рівень опанування фізико-математичних дисциплін в університетах є недостатньо високим, слабо сформованими виявляються здатності фахівців вирішувати реальні технічні проблеми шляхом комплексного застосування отриманих знань тощо (Чемяков та Крилов, 2015).

Кабінет Міністрів України Розпорядженням від 5 серпня 2020 р. № 960-р схвалив Концепцію розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) у нашій країні. У цьому документі STEM-освіту визначено як трансдисциплінарний підхід до навчання, який базується на застосуванні наукових, математичних, технічних та інженерних знань для розв'язання практичних проблем реального світу, сприяє конкурентоздатності особистості в новій економіці й робить вивчення науки, техніки, інженерії та математики більш значущим та контекстним (*«Концепція розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти)»*, 2020). Трансдисциплінарність відкриває глибокі можливості взаємодії зазначених напрямів навчання під час вирішення комплексних проблем природи і суспільства (Загальні висновки: тенденції та перспективи розвитку. *Освітня аналітика України*, 2020).

На нашу думку, успішному впровадженню STEM-освіти в навчальний процес ЗВО має передувати ґрунтовна підготовка здобувачів у межах обов'язкових частин окремих дисциплін указаних напрямів. Це, у першу чергу, стосується математичних дисциплін «у зв'язку з

універсальною роллю математики в моделюванні й вивченні процесів і явищ різної природи, а також впливом математики на загальний інтелектуальний розвиток особистості» (Ярхо, 2018). При цьому дидактична основа базової математичної підготовки має бути такою, що забезпечує подальше впровадження в навчальний процес ЗВО сучасної технології STEM-освіти.

Аналіз актуальних досліджень. Вивчаючи STEM як новий трансдисциплінарний підхід до інженерної освіти, вітчизняні та зарубіжні дослідники виокремлюють чинники, що обумовлюють упровадження зазначеного підходу (Чемяков та Крилов, 2015; Загальні висновки: тенденції та перспективи розвитку. *Освітня аналітика України, 2020*; Bybee, 2013; Солодова та Єфімов, 2014; Крилов, 2010; *Preparing Future Engineers Around the World, ASEE, 2011*). Сьогодні у всьому світі можна спостерігати процеси глобалізації, що відбуваються як у науці, так і в техніці. Ці процеси супроводжуються експоненціальним зростанням інформації в суспільстві і, відтак, відповідним зростанням знань. Відомо, що в теперішній час навіть якісна технічна освіта, отримана одного разу, не забезпечує успішності фахівцеві протягом усього трудового життя. Актуальності набула нова педагогічна задача – «навчити вчитися». Зазначені сучасні явища обумовили зміни в педагогіці, а саме – перехід від ЗУНовської до компетентнісної парадигми освіти.

Серед важливіших концептуальних характеристик компетентнісної парадигми – спрямованість на комплексне опанування узагальнених знань, умінь та способів практичної діяльності; інтеграція узагальнених знань, способів практичної діяльності, креативних, комутативних, світоглядних та інших якостей особистості. Компетентнісна парадигма освіти передбачає пріоритетну орієнтацію здобувачів на самовизначеність, самоосвіту, саморозвиток, самореалізацію (Ярхо, 2018).

Дослідники вважають, що в основу педагогіки, яка відповідає компетентнісній парадигмі освіти, має бути покладено принцип трансдисциплінарності. Цей принцип, за висновком науковців Є. Солодової та П. Єфімова, ґрунтується на базових світоглядних поняттях, що мають фундаментальне значення для всіх предметних областей (Солодова та Єфімов, 2014). Дослідники М. Мокий та В. Мокий розуміють «трансдисциплінарність», у тому числі, як принцип організації наукового знання, що надає широкі можливості взаємодії багатьох дисциплін при вирішенні комплексних проблем природи і суспільства (М. Мокий та В. Мокий, 2014).

Узагальнюючи погляди багатьох учених, науковці В. Чемеков і Д. Крилов підкреслюють, що трансдисциплінарний підхід відкриває можливості тим, хто навчається, застосовувати свої знання для вирішення недостатньо структурованих технологічних проблем, розвивати технічні здатності та більш інтенсивно опанувати навичками високоорганізованого мислення (Чемеков та Крилов, 2015; Крилов, 2010). В. Чемеков і Д. Крилов також пропонують проблемно-орієнтовану навчальну діяльність у межах STEM-освіти з метою кращого розуміння складних концепцій тими, хто навчається.

З вищевикладеного випливає, що дидактична основа базової математичної підготовки майбутніх фахівців у ЗВО має забезпечувати подальшу інтеграцію математичної підготовки здобувачів зі STEM-дисциплінами. Аналіз дидактичних принципів базової математичної підготовки здобувачів з указаних позицій у науковій літературі на сьогодні відсутній.

Метою статті є наведення ключових дидактичних принципів базової математичної підготовки майбутніх фахівців у ЗВО як чинника успішної взаємодії напрямів навчання в межах актуальної педагогічної STEM-технології, основаної на принципі трансдисциплінарності.

Методи дослідження. Для вирішення завдань, відповідно до мети статті, використовувалися теоретичні та емпіричні методи дослідження: аналіз і синтез представленої в наукових джерелах інформації щодо сутності та проблем упровадження системного, компетентнісного проблемно-орієнтованого, особистісно орієнтованого, трансдисциплінарного підходів в освіті.

Виклад основного матеріалу. У нашій роботі (Ярхо, 2018) в контексті визначених найважливіших характеристик компетентнісного підходу обґрунтовано, що фундаменталізація професійної технічної підготовки майбутніх фахівців у ЗВО, в авторському узагальненому означенні, може розглядатися як основа методології компетентнісного підходу у вищій технічній освіті, і, відтак, є важливим чинником забезпечення її якості, відповідно до сучасних вимог. Представлено авторський підхід до фундаменталізації математичної підготовки здобувачів як підґрунтя їхньої професійної технічної підготовки. Досліджено дидактичний аспект фундаменталізації базової математичної підготовки майбутніх фахівців технічного профілю у ЗВО.

Проаналізуємо дидактичні принципи фундаменталізації базової математичної підготовки з позиції успішної взаємодії напрямів навчання в межах актуальної педагогічної STEM-технології.

Найважливішим основоположним, дидактичним принципом фундаменталізації базової математичної підготовки є принцип генералізації знань. Взагалі генералізація знань являє собою чітке виокремлення стержневої основи науки, її перспективних ідей і методів, які створюють каркас відповідних навчальних курсів. Генералізація математичних знань здобувачів передбачає, з одного боку, виокремлення стержневої основи математичних дисциплін, яка має забезпечити розуміння й освоєння основоположних і перспективних природничо-наукових, технологічних та інженерних ідей. З іншого боку, генералізація математичних знань покликана вирішити низку протиріч сучасної математичної освіти: між змістом і стилем викладання класичних і прикладних математичних дисциплін та інформаційними переваженнями, а також можливостями використання сучасних інформаційних технологій, потребою в подальшому самостійному підвищенні рівня математичної компетентності, у самоосвіті та самовдосконаленні (Ярхо та Ємельянова, 2010; Ярхо, 2015).

Результатом упровадження в базову математичну підготовку майбутніх фахівців технічного профілю принципу генералізації є визначення фундаментальних математичних знань, які входять до інваріантної частини базової математичної підготовки за певним фахом. Спільні елементи змісту й структури фундаментальних математичних знань, синтезованих у результаті здійснення процесу генералізації за ініціативою різних профільних складових, входять до інваріантної частини всієї базової математичної підготовки. Отже, формування цієї частини базової математичної підготовки здобувачів є наслідком реалізації дидактичного принципу інваріантності як структурного компонента принципу генералізації знань.

Наступним структурним компонентом принципу генералізації знань є дидактичний принцип варіативності, який знаходиться в діалектичному взаємозв'язку з принципом інваріантності. Принцип варіативності виражає здатність математичної підготовки надавати тим, хто навчається, різноманіття варіантів математичних освітніх траєкторій, що враховують специфіку майбутньої спеціальності. Адже математична підготовка здобувачів у ЗВО має сприяти соціальній та психологічній спрямованості на професійну діяльність.

Стосовно вирішення внутрішніх проблем сучасної математичної освіти, значення принципу генералізації знань полягає в розкритті зв'язків та відношень між фундаментальними математичними поняттями та структурами, інтеграції розрізнених понять на основі загальної математичної ідеї.

Таким чином, упровадження основоположного дидактичного принципу генералізації знань у математичну підготовку здобувачів ЗВО має скласти фундамент об'єднання в єдине ціле відповідних напрямів STEM-підготовки.

Вважаємо, що в основу базової математичної підготовки здобувачів ЗВО має бути покладено дидактичний принцип проблемності навчання як той, що безпосередньо сприяє інтеграції STEM-дисциплін. Під принципом проблемності в навчанні майбутніх фахівців технічних спеціальностей розуміємо таку концепцію, яка передбачає, з одного боку, відображення в змісті навчального матеріалу науково-технічних проблем, а також шляхів їхнього вирішення. З другого боку, концепція включає впровадження в освітній процес засодів проблемного навчання.

Відображення в змісті математичного навчального матеріалу відомих та нових науково-технічних проблем, значною мірою, відбувається в процесі аналізу й дослідження прикладних та професійно-орієнтованих задач. Під прикладними розуміють задачі, які поставлені зовні математики та передбачають розв'язання математичними засобами (Мишенина та Ощепкова, 2016). Розв'язання прикладних задач сприяє реалізації міжпредметних зв'язків. Адже математичний апарат виразу залежностей знаходить застосування під час вивчення різних дисциплін.

Підтримуючи точку зору значної кількості вчених-педагогів, а також дотримуючись власних висновків, розглядаємо прикладну спрямованість математичної підготовки здобувачів ЗВО як значущий засіб професійної спрямованості навчання, у результаті якої формується усебічно розвинена особистість випускника-фахівця, готового до розв'язання професійних задач у динамічних умовах сучасного суспільства (Ємельянова, 2013; Федяченко, 2015; Мишенина та Ощепкова, 2016; Ємельянова та ін., 2019).

Під професійно-орієнтованою задачею, як правило, розуміють певну абстрактну модель реальної проблемної ситуації, що виникає у професійній діяльності та передбачає розв'язання засобами математики (Зубова, 2009). Автор наведеного означення Є.Зубова справедливо підкреслює, що посилення професійної спрямованості у викладі

математичних дисциплін в освітньому процесі ЗВО передбачає пред'явлення професійного контексту теоретичного навчання математики та можливостей математичного апарату для побудови моделей інженерних задач. Це має акцентувати увагу здобувачів на міжпредметних зв'язках STEM-дисциплін.

Повертаючись до зазначеного вище впровадження в освітній процес засодів проблемного навчання, звертаємо увагу, що за формулюванням О. Зиминої, з яким ми погоджуємося, основною метою проблемного навчання є пробудження інтересів студентів до самостійних пошуків істини, мобілізація інтелектуальних, емоційних та мотиваційних ресурсів для кращого сприйняття, запам'ятання й осмислення навчального матеріалу (Зими́на, 2006).

Проблемна ситуація являє собою інтелектуальне утруднення, що виникає в тих, хто навчається, у зв'язку зі складністю пояснення ними певного явища, факту, процесу або неможливістю досягнення цілі відомими способами. О. Зимина підкреслює, що вирішення цього утруднення має знаходитися в межах інтелектуальних можливостей тих, хто навчається. Педагог виокремлює п'ять основних типів проблемних ситуацій, які супроводжує прикладами їх реалізації у процесі вивчення вищої математики. Погоджуючись у цілому з класифікацією О. Зиминої (Зими́на, 2006), додаємо власні коментарі та зауваження до матеріалу автора.

Першого типу проблемна ситуація виникає в результаті виявлення протиріччя між новою інформацією і тими знаннями й представленнями, що сформувалися у здобувачів у результаті попереднього досвіду. З метою усунення зазначеного протиріччя, викладач має привести тих, хто навчається, до усвідомлення необхідності вводити нові математичні поняття, а також розширювати або принципово змінювати наявні представлення. На нашу думку, первинними доступними прикладами, що демонструють появу зазначених проблемних ситуацій під час вивчення курсу вищої математики, є практичні задачі, які приводять до нових математичних об'єктів. Підкреслюємо необхідність розпочинати виклад кожної із відповідних тем класичного математичного курсу із зазначених практичних задач.

Другого типу проблемну ситуацію О. Зимина визначає як ту, що створюється шляхом формування теоретичних стверджень у вигляді задач, для розв'язання яких необхідна трансформація набутих знань і вмінь, освоєння нових областей їхніх застосувань. Віддаючи данину загальній ідеї щодо створення вказаної проблемної ситуації, вважаємо, що її реалізація є

занадто складною для здобувачів бакалаврату. Рекомендуємо завдання у вигляді нескладних доведень відомих математичних тверджень.

Третього типу проблемна ситуація, з якою ми погоджуємося, створюється шляхом установлення аналогій між властивостями відомих математичних об'єктів із подальшим узагальненням цих властивостей і введенням у розгляд нових математичних об'єктів.

Наступну, четверту проблемну ситуацію, О. Зими́на пов'язує з проблемно-орієнтованим навчанням розв'язанню стандартних (типових) навчальних задач, посилаючись на загальноприйняте в методиці навчання математики розчленовування процесу розв'язання задачі на етапи. Сутність четвертої проблемної ситуації за її означенням, безпосередньо стосується процесу розв'язання *стандартних* задач (репродуктивного характеру), який включає елементи аналізу й дослідження. Вважаємо, що вдумливе опанування всіх етапів зазначеного процесу є своєрідною «школою» для подальшого обґрунтованого розв'язання нестандартних задач (продуктивного характеру), у тому числі – прикладних, професійно-орієнтованих, навчально-дослідницьких.

Останній, п'ятий тип проблемної ситуації виникає під час самостійного вивчення майбутніми фахівцями нового матеріалу як застосування та розширення наявних знань, умінь, навичок та здатностей. На нашу думку, у бакалавраті це вивчення має бути обмеженим поглибленим опануванням тем, передбачених навчальними програмами математичних дисциплін. Зміст зазначеного поглибленого опанування має включати, в першу чергу, доказовий аспект пройденого матеріалу, а також детальний розгляд параграфів, запланованих для ознайомлення на рівні понять. У подальшому здобувачам буде під силу самостійне вивчення нових розділів математики. На нашу думку, принцип проблемності в указаному розумінні сприяє вдосконаленню високоорганізованого мислення здобувачів.

Підкреслимо, що розумовий розвиток особистості обумовлюють складні інтелектуальні процеси. Це процеси аналізу й синтезу, абстрагування від конкретного і узагальнення часткового, логічної побудови міркувань, виявлення закономірностей тощо. Усі вказані дії потребують, у першу чергу, тривалих роздумів. Вважаємо, що позитивний вплив математичної підготовки на розумові здібності майбутніх фахівців здійснюється за умови їхнього навчання на високому рівні складності.

Проте математика є однією з важких для засвоєння дисциплін професійної підготовки майбутніх фахівців технічного профілю у зв'язку з її

надзвичайною абстрактністю. На нашу думку, наслідування принципу навчання на високому рівні складності, у першу чергу, має забезпечити впровадження особистісного підходу в базову математичну підготовку здобувачів. У цьому підході важливим заходом є дотримання індивідуальної міри складності, що виступає в якості необхідного компонента доцільного застосування вказаного принципу. У свою чергу, дотримання індивідуальної міри складності передбачає наявність дієвого контролю якості засвоєння й осмислення здобувачами навчального матеріалу. Адже отримані в ході такого контролю дані є необхідними в організації особистісно орієнтованого підходу в навчанні та впровадженні дидактичного принципу доступності. В основу базової математичної підготовки здобувачів технічного профілю, що забезпечує успішне включення математичних курсів у множину STEM-дисциплін, пропонуємо покласти діалектичну єдність принципу навчання на високому рівні труднощі та принципу доступності.

Вище було зазначено, що сутність феномену STEM-освіти полягає в підготовці здобувачів до ефективного вирішення складних професійних проблем, у тому числі – через удосконалення високоорганізованого мислення. Отже, основний дидактичний принцип фундаменталізації базової математичної підготовки – формування креативного мислення – вважаємо важливим чинником успішного впровадження STEM-технології в навчальний процес.

У нашій роботі (Ярхо, 2018) підтримано точку зору дослідників, згідно з якою креативність визначається діалектичним взаємозв'язком розумових здібностей та мотиваційних цінностей.

Креативність вважаємо основою творчості, яку трактуємо як процес синтезу суб'єктивно нового, що базується на здібності використання нестандартних способів діяльності. З урахуванням думок дослідників, основними особливостями творчого, креативного мислення особистості вважаємо:

- генерування нестандартних ідей;
- аналіз і виявлення протиріч, знаходження неординарних шляхів їхнього вирішення;
- обґрунтування знайдених рішень проблем і задач;
- прогнозування можливих варіантів розвитку знайдених рішень тощо.

У роботі (Ярхо, 2018)) підкреслено, що аналіз вивчення психологічної природи креативності привів більшість учених до такого висновку: креативність і, отже, креативне мислення піддається вдосконаленню. У

формуванні та вдосконаленні креативного мислення майбутніх фахівців технічного профілю провідну роль відіграє математика як перевірений часом інструмент розумового і, взагалі, пізнавального розвитку. Адже математика виробляє здатності до аналізу, абстрагування від конкретного, узагальнення частинного, логічної побудови міркувань і обґрунтування істини, сприяє розвитку вміння виявляти закономірності, розвиває інтуїцію, уяву, асоціативне мислення, здібності до висування нових гіпотез та ідей.

Висновки та перспективи подальших наукових розвідок. Роботу присвячено виокремленню дидактичної основи базової математичної підготовки здобувачів технічних спеціальностей як складової множини напрямів навчання, об'єднаних сучасною технологією STEM-освіти.

Проведено аналіз, за результатами якого ключові дидактичні принципи фундаменталізації базової математичної підготовки здобувачів ЗВО в умовах компетентнісної парадигми освіти (генералізації математичних знань, проблемності навчання, професійної спрямованості навчання, навчання на високому рівні труднощі, доступності, особистісного підходу в навчанні, формування креативного мислення) рекомендовано як такі, що забезпечують успішну взаємодію напрямів навчання в межах технології STEM-освіти. Перспективою подальших наукових досліджень вважаємо розробку відповідних методичних підходів до базової математичної підготовки здобувачів, а також ідеологію впровадження STEM-освіти в умовах сучасної багаторівневої професійної підготовки здобувачів ЗВО.

ЛІТЕРАТУРА

- Авдеева, Т. И. (2019). STEM-образование в современной высшей школе. В А. Ю. Нагорнова (ред.), *Современные направления развития вузовского образования. Коллективная монография*, (сс. 219-228). Ульяновск: Зебра (Avdeeva, T. I. (2019). STEM education in a Modern Higher School. In A. U. Nagornova (Ed.), *Modern trends in the development of higher education. Collective monograph*, (pp. 219=228). Ulianovsk: Zebra).
- Ємельянова, Т. В. (2013). Професійно-прикладні задачі в курсі «Теорія ймовірностей і випадкові процеси» в технічному університеті. *Вища освіта України: теоретичний та науково-методичний часопис: тематичний випуск: науково-методичні засади управління якістю освіти у вищих навчальних закладах*, 2 (2), 94-98 (Emelyanova, T. V. (2013). Professional and Applied Problems in the Course Probability Theory and Random Processes at the Technical University. *Higher education of Ukraine: theoretical and scientific-methodical journal: thematic issue: Scientific and Methodical bases of quality management of education in higher educational institutions*, 2 (2), 94-98).
- Ємельянова, Т. В., Леґейда, Д. В., Ярхо, Т. О. (2019). Розв'язання професійно-прикладних задач у формуванні математичної компетентності майбутніх

- фахівців технічного профілю. *Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології*, 8 (92), 218-228 (Emelyanova, T. V., Legeyda, D. V., Yarkho, T. V. (2019). The Solution of Professionally Applied Problems in the Formation of Mathematical Competence of Future Technical Specialists. *Pedagogical sciences: theory, history, innovative technologies*, 8 (92), 218-228).
- Загальні висновки: тенденції та перспективи розвитку (2020). *Освітня аналітика України*, 3(10), 108-127 (General Conclusions: Development Trends and Prospects (2020). *Educational analytics of Ukraine*, 3 (10), 108-127).
- «Концепція розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти)» (“Concept of Development of Natural and Mathematical Education (STEM-education)”) (2020). Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/960-2020-%D1%80#Text>
- Зубова, Е. А. (2009). Формирование творческой активности будущих инженеров при исследовании и решении профессионально ориентированных задач в процессе обучения математики. *Известия Российского государственного педагогического университета им. А. И. Герцена*, 98, 128-131 (Zubova, E. A. (2009). Forming of Future Engineers’ Research Activity in Solving of Vocation-Oriented Tasks in Mathematics Teaching. *News: Herzen University Journal of Humanities & Sciences*, 98, 128-131).
- Зими́на, О. В. (2006). Проблемное обучение высшей математике в технических вузах. *Математика в высшем образовании*, 4, 55-78 (Zimina, O. V. (2006). Problem-based Education of Higher Mathematics in Technical Universities. *Mathematics in higher education*, 4, 55-78).
- Крылов, Д. А. (2010). *Формирование технологической культуры у будущих педагогов: монография*. Казань: Офсет-Сервис (Krylov, D. A. (2010). *Formation of Technological Culture in Future Educator: Monograph*. Kazan: Offset-service).
- Мишенина, О. В., Ощепкова, Е. А. (2016). Прикладная направленность математического курса как средство формирования профессиональной компетентности будущего специалиста. *Педагогическое образование в России*, 1, 47-50 (Mishenina, O. V., Oshchepkova, E. A. (2016). The Applied Mathematical Courses Orientation is as a Means of the Building Professional Competence of the Future Specialist. *Pedagogical Education in Russia*, 1, 47-50).
- Мокий, М. С., Мокий, В. С. (2014). Трансдисциплинарность в высшем образовании: экспертные оценки, проблемы и практические решения. *Современные проблемы науки и образования*, 5. Режим доступа: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=14526>. (Mokii, M. S., Mokii, V. S. (2014). Transdisciplinarity in Higher Education: Expert Assessments, Problems and Practical Solutions. *Modern Problems of Science and Education*, 5. Retrieved from: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=14526>).
- Солодова, Е. А., Ефимов, П. П. (2014). Трансдисциплинарность – современная педагогическая технология интеграции знаний. *Интеграция образования*, 2, 20-24 (Solodova, E. A., Efimov, P. P. (2014). Transdisciplinarity – Modern Pedagogical Technology of Knowledge Integration. *Integration of education*, 2, 20-24).

- Федяченко, Г. В. (2015). Психолого-педагогические основы профессиональной направленности преподавания высшей математики в техническом университете. *Вестник Полоцкого государственного университета. Серия Е. Педагогические науки*, 7, 30-33 (Fediachenko, H. V. (2015). Psychology and Pedagogical Bases of Professional Orientation of Teaching the Higher Mathematics at Technical University. *Herald of PSU. Series E. Pedagogical Sciences*, 7, 30-33).
- Чемеков, В. Н., Крылов, Д. А. (2015). STEM – новый подход к инженерному образованию. *Вестник Марийского государственного университета*, 5 (20), 59-63 (Chemekov, V. N., Krylov, D. A. (2015). STEM – new approach to engineering education. *Herald of the Mari State University*, 5(20), 59-63).
- Ярхо, Т. О. (2018). *Теоретичні і методичні основи фундаменталізації математичної підготовки майбутніх фахівців технічного профілю у вищих навчальних закладах* (дис. д-ра пед. наук: 13.00.04). Харків (Yarkho, T. O. (2018). *Theoretical and methodological basics of the fundamentalization of mathematical preparation of the future specialists of a technical profil at higher education establishments* (DSc thesis). Kharkiv).
- Ярхо, Т. А., Емельянова, Т. В. (2010). Методология математической подготовки студентов технического университета в современных условиях *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблем*, 25, 302-306. (Yarkho, T. O., Emelyanova, T. V. (2010). Methodology of Mathematical Training of Students of a Technical University in Present-day Conditions. *Modern information technologies and innovation methods of teaching and training specialists: methodology, theory, background, problem*, 25, 302-306).
- Ярхо, Т. О. (2015). Концепція математичної підготовки майбутніх фахівців технічного профілю на засадах компетентнісного підходу в сучасній вищій освіті. *Гуманітарний вісник ДВНЗ «Переяслав-Хмельницький державний педагогічний університет імені Григорія Сковороди»*, 7, VII (58): Тематичний випуск «Вища освіта України у контексті інтеграції до Європейського освітнього простору», 478-484 (Yarkho, T. O. (2015). A Conception of Mathematical Training of Future Technical Specialists on the Basis of Competency Building Approach in Modern Technical Education. *Humanitarian bulletin of National Higher Educational Establishment "H. Skovoroda Pereiaslav-Khmelnytsky National Pedagogical University"*, 7, VII (58): Thematic edition "Higher education in Ukraine within the context of integration to the European educational space", 478-484).
- Bybee, R. W. (2013). *The case for STEM education. Challenges and opportunities*. Arlington VA: National Science Teachers Association Press. Retrieved from: <http://static.nsta.org/files/PB337Xweb.pdf>,
- Preparing future engineers around the world (2011). *American Society for Engineering Education (AS EE) PRISM*, 21 (5), 26-34. Retrieved from: [URL:http://www.prism-magazine.org/feb11/feature_01](http://www.prism-magazine.org/feb11/feature_01)

РЕЗЮМЕ

Ярхо Татьяна, Емельянова Татьяна, Легейда Дмитрий. Дидактическая основа базовой математической подготовки в аспекте внедрения современной технологии STEM-образования в ВУЗах.

Статья посвящена проблеме внедрения в учебный процесс ВУЗа актуальной педагогической технологии STEM-образования, представляющей собой трансдисциплинарный подход к обучению. Проведен анализ дидактической основы фундаментализации базовой математической подготовки будущих специалистов технического профиля в ВУЗе в условиях компетентностной парадигмы образования. По результатам анализа представлены ключевые дидактические принципы как фактор успешного взаимодействия направлений обучения в рамках STEM-технологии.

Ключевые слова: педагогическая технология, STEM-образование, трансдисциплинарный подход, дидактическая основа, базовая математическая подготовка, фундаментализация базовой математической подготовки, компетентностная парадигма образования.

SUMMARY

Yarkho Tetiana, Emelyanova Tatyana, Legeyda Dmytro. The didactic ground of the basic mathematical preparation in the aspect of the implementation of modern educational technology of STEM education at higher education institutions.

The paper deals with the problem of implementation the actual pedagogical technology of STEM education, which is a transdisciplinary approach to learning, into the academic process of a higher educational establishment. The "STEM" abbreviation includes: S – science, T – technology, E – engineering, M – mathematics. The relevance of the development of STEM education as a new direction is due to the existence of a number of significant problems: the traditional education system does not fully meet the requirements for preparation of technical specialists of the XXI century. In particular, their readiness to solve real technical problems through the integrated application of the acquired knowledge turns out to be poorly formed.

In our opinion, the successful implementation of STEM education into the academic process of a higher education institution should be preceded by fundamental preparation of applicants within the compulsory parts of individual disciplines of STEM directions. This, first of all, concerns mathematical courses, in connection with the universal role of mathematics in the modeling of different processes, as well as its influence on the general intellectual level of individual. The didactic foundation of the basis of mathematical preparation at higher educational establishments should ensure further integration of STEM disciplines.

In our works fundamentalization of basic mathematical preparation at higher educational establishments in the context of the competence paradigm of education is substantiated. This paper presents an analysis of the didactic principles of the fundamentalization of the basic mathematical preparation from the perspective of the successful interaction of learning directions within the framework of the actual STEM technology.

Based on the results of the analysis, the key didactic principles of the fundamentalization of the basic mathematical preparation of applicants at higher

educational establishments (generalization of mathematical knowledge, problem-based learning, professional orientation of training, learning at a high level of difficulty, accessibility, individual approach to learning, formation of creative thinking) are recommended as principles that ensure successful implementation of transdisciplinary technology at higher educational establishments.

Key words: *pedagogical technology, STEM education, transdisciplinary approach, didactic ground, basic mathematical preparation, fundamentalization of the basic mathematical preparation, competence paradigm of education.*