

УДК 378.018.8:373.5.011.3-051:5]:51](045)

DOI <https://doi.org/10.32782/cusu-pmtp-2025-1-12>

КОНТРАДИКЦІЇ МАТЕМАТИЧНОЇ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ПРИРОДНИЧИХ НАУК

Махомета Тетяна Миколаївна,

кандидат педагогічних наук, доцент,

професор кафедри вищої математики та методики навчання математики

декан факультету фізики, математики та інформатики,

Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини

ORCID ID: 0000-0003-4825-4707

Scopus Author ID: 57219926403

ResearcherID: W-5411-2019

Статтю присвячено проблемі математичної підготовки майбутніх учителів природничих наук. Розглянуто контрадикції між теоретичним та практичним складниками цієї підготовки, що виникають в умовах модернізації освітнього процесу. Установлено чотири групи контрадикцій: щодо розуміння ролі математики в освіті; між цілями та змістово-процесуальними складниками математичної підготовки; пов'язані з розривом між теорією та практикою в математичній підготовці; стосовно оцінювання математичної підготовки майбутніх учителів природничих наук з погляду компетентнісної моделі освіти. Проаналізовано причини виникнення та фактори, що зумовлюють ці контрадикції, а також запропоновано шляхи їх вирішення. Досліджено особливості кожної групи й запропоновано шляхи їх вирішення. Зокрема, для подолання розриву між теоретичною та практичною підготовкою запропоновано: залучати студентів до різноманітних видів освітньо-пізнавальної діяльності (практико орієнтовані завдання, навчально-дослідницькі завдання тощо); активніше впроваджувати інноваційні освітні технології (цифрові платформи для навчання математики, прикладні математичні пакети, спеціалізоване програмне забезпечення); враховувати об'єктивні інтеграційні чинники, забезпечуючи міждисциплінарні зв'язки між математичними та природничими дисциплінами; здійснювати підготовку майбутніх учителів до подальшого професійного розвитку, який передбачає безперервне вдосконалення та розвиток математичної компетентності.

Указано на необхідність модернізації системи оцінювання математичної підготовки майбутніх учителів природничих наук з використанням сучасних методів оцінювання, як-от тестування засобами цифрових технологій, портфоліо, проєктна діяльність, інтерактивні методи оцінювання, оцінювання за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення.

Ключові слова: математична підготовка, професійна освіта, методологія професійної освіти, майбутні вчителі, природничі науки, контрадикції.

Makhometa Tetiana. Mathematical Training of Future Natural Science Teachers: Identifying and Addressing Contradictions

The article is devoted to the urgent problem of modern higher education - the mathematical training of future teachers of natural sciences. The contradictions between the theoretical and practical components of this training, arising in the context of the modernization of the educational process, are considered. This study identifies four key contradictions within the mathematical training of future natural science teachers. These contradictions encompass: Varying understandings of the role of mathematics in education; Disparities between the goals of mathematical training and its actual content and implementation; A disconnect between the theory and practice of mathematics instruction; and Challenges in assessing mathematical proficiency within the framework of competency-based education.

We identify four key contradictions within the mathematical training of future natural science teachers. This study examines the characteristics of each group and puts forward resolution strategies. Bridging the gap between theoretical and practical training requires several strategies. These include: Engaging students in diverse educational activities, such as practice-oriented tasks and research projects; Actively implementing innovative educational technologies, including digital platforms, applied mathematics packages, and specialized software; Integrating mathematical and natural science disciplines through interdisciplinary connections; and Preparing future teachers for continuous professional development, emphasizing ongoing improvement and growth in mathematical competence.

It is crucial to modernize the system of assessing the mathematical training of future teachers of natural sciences using modern assessment methods, such as testing using digital technologies, portfolio, project activities, interactive assessment methods, and assessment using specialized software.

Key words: *mathematical training, professional education, methodology of professional education, future teachers, integration, natural sciences, contradictions.*

Вступ. Модернізація системи вищої освіти України зумовлює необхідність переосмислити підходи до математичної підготовки майбутніх учителів природничих наук. Значущість цієї проблеми полягає не лише в її освітньому, а й у соціальному аспекті, оскільки розвиток логічного мислення, аналітичних здібностей та вміння розв'язувати проблеми є невід'ємними компонентами професійної компетентності вчителя. Ефективна інтеграція математики з іншими природничими науками неможлива без ґрунтовних математичних знань. З огляду на це, актуальним завданням є формування в студентів як глибоких теоретичних знань, так і практичних умінь застосовувати математичні методи в професійній діяльності. Проте аналіз сучасного стану математичної підготовки майбутніх учителів природничих наук виявляє низку суперечностей, що потребують детального дослідження та розробки ефективних шляхів їх подолання.

Аналіз досліджень і публікацій. Зміна освітньої парадигми від знаннєвої до компетентнісної актуалізувала проблему вибору оптимального підходу до математичної підготовки майбутніх учителів природничих наук, що знайшло відображення в працях як вітчизняних, так і зарубіжних учених. Традиційний знаннєвий підхід, ґрунтуючись на формально-логічній схемі, розглядає математику як формальну систему для опису природничих явищ за допомогою математичних моделей. Проте, як зазначає А. Є. Конверський, «саме розуміння методології та її функцій зазнало суттєвих змін: вузький формально-логічний підхід змінився змістовним збагаченням проблематики, що містить соціокультурний, гуманістичний вимір знання й пізнавальної діяльності» [1, с. 23]. Так, нині є потреба розширити методологічний інструментарій, який би враховував не лише формально-логічні аспекти пізнання, а й соціальні, культурні та гуманістичні чинники.

Незважаючи на певні переваги традиційного знаннєвого підходу, аналіз наукових джерел свідчить про його неповну відповідність сучасним вимогам до якості природничо-математичної освіти. Зокрема, цей підхід не завжди враховує індивідуальні особливості студентів, не сприяє розвитку практичних навичок розв'язання задач та ефективного застосування математичних знань у контексті природничих наук. Наприклад, студенти, які навчаються за традиційною схемою, можуть успішно розв'язувати абстрактні математичні задачі, але зазнавати труднощів у застосуванні математичних методів для моделювання реальних природничих процесів [2]. Це зумовлено недостатньою увагою, яка приділяється формуванню в студентів умінь інтегрувати математичні знання з іншими галузями знань та застосовувати їх для розв'язання практичних задач.

Водночас аналіз наукової літератури з питань математичної теоретичної та практичної підготовки майбутніх учителів (Н. А. Тарасенкова, О. С. Чашечникова, І. М. Богатирьова [3], Дж. С. Браун [4], А. Левав-Вайнберг [5]) виявляє незбалансованість цих складників. Для вирішення проблеми в контексті підготовки майбутніх учителів природничих наук пропонується переглянути співвідношення теоретичного та практичного складників підготовки майбутніх учителів природничих наук шляхом формування контексту майбутньої професійної діяльності засобами практико орієнтованих завдань [6]. Цей підхід спрямований на забезпечення збалансованого поєднання теоретичної та практичної підготовки студентів, формуючи їхні вміння застосовувати математичні знання для розв'язання професійних проблем. Це підтверджує необхідність переглянути підходи до математичної підготовки та зосередження на практичному застосуванні знань, а також активізації впровадження STEM-освіти [7].

Так, у сучасній практиці математичної підготовки майбутніх учителів природничих наук спостерігається низка проблем: недостатня увага до формування практичних умінь; недостатній розвиток теоретичного та творчого мислення; недостатня інтеграція математики з іншими природничими дисциплінами. Водночас спостерігаються позитивні тенденції: посилення компетентнісного підходу; використання інноваційних технологій; зміщення акценту із запам'ятовування на розуміння; використання цифрових технологій та методів навчання, заснованих на аналізі даних.

Незважаючи на ці позитивні тенденції, для вирішення проблеми незбалансованості теоретичної та практичної підготовки варто звернути увагу на дослідження С. У. Гончаренка [8], який досліджував проблему забезпечення доступності складного теоретичного матеріалу для учнів та запропонував вирішення шляхом структурування навчального матеріалу й генералізації знань. Зокрема, автор рекомендує використовувати багаторівневе структурування, що сприяє формуванню системного мислення, глибшому розумінню теорій та інтеграції знань. Важливим для майбутнього вчителя є знання виокремлених С. У. Гончаренком дидактичних ліній: природничо-наукова картина світу, фізична картина світу, процес наукового пізнання, наукова теорія. Їх взаємозв'язок, забезпечений системним та історичним підходами, сприяє формуванню цілісного світогляду учнів. Такий підхід має практичну значущість для математичної підготовки майбутніх учителів природничих наук, оскільки спонукає до ретельного добору та структурування математичного матеріалу, його адаптації до рівня учнів та інтеграції з іншими природничими дисциплінами.

Проте, розглядаючи питання генералізації знань, важливо враховувати, що вона, сприяючи розвитку теоретичного мислення, водночас призводить до розширення змісту навчання. Це породжує проблему балансування змісту освіти, зумовлену необхідністю включення дедалі більшої кількості знань та обмеженістю часових ресурсів освітнього процесу. Вагомий внесок у вирішення цієї проблеми зробив О. І. Ляшенко [9]. Досліджуючи зв'язок теоретичного й емпіричного в пізнанні, він запропонував методичну модель формування фізичного знання, яка ґрунтується на єдності змістового й процесуального компонентів навчання. Ця модель містить: 1) понятійно-категоріальну структуру курсу фізики: формування системи понять та категорій; 2) методи пізнавальної діяльності: залучення учнів до різних видів діяльності, що сприяють розвитку як теоретичного, так й емпіричного мислення; 3) механізми розвитку мислення: створення умов для активізації пізнавальної діяльності учнів та розвитку критичного мислення. Застосування цієї моделі дає змогу ефективніше формувати в учнів цілісне уявлення про фізичні явища та процеси. Утім, відкритим залишається питання місця математичних методів у цьому процесі.

Диференціальні математичні рівняння, моделюючи різноманітні процеси, володіють універсальністю та надпредметністю, що зумовлено об'єктивними законами природи. Саме тому врахування взаємозв'язку математичних і природничих наук є важливим аспектом математичної підготовки майбутніх учителів природничих наук. Адже їх математична підготовка потребує вдосконалення, зокрема, щодо рівня теоретичних узагальнень, фундаменталізації навчання, формування математичної компетентності, удосконалення методів навчання, міждисциплінарних зв'язків та впровадження цифрових технологій. Ураховуючи це, реалізація компетентнісного підходу актуалізує потребу обґрунтування та вирішення контрадикцій між математичною теоретичною і практичною підготовкою майбутніх учителів природничих наук.

Матеріали та методи. З метою дослідження контрадикцій математичної підготовки майбутніх учителів природничих наук проаналізовано наукову та методичну літературу з метою їх обґрунтування й систематизації, а також виявлення факторів, що їх зумовлюють.

Результати. Виявлення та осмислення контрадикцій у математичній підготовці майбутніх учителів природничих наук є важливим кроком на шляху до її вдосконалення. У дослідженні

встановлено чотири групи цих контрадикцій, кожна з яких має свої особливості та потребує окремого розгляду.

До першої групи уналежнено **контрадикції щодо розуміння ролі математики в освіті**. Важливість формування математичної компетентності майбутнього вчителя природничих наук зумовлена потребою формування як спеціальних фахових компетентностей (здатність застосовувати математичні методи для моделювання природних процесів, аналізувати результати експериментів тощо), так і загальних, що сприяють розвитку аналітичного, критичного та творчого мислення, а також вищих рівнів когнітивної діяльності, як-от «Аналіз», «Синтез» та «Оцінка» (за таксономією Б. Блума [10]), «Створення» (за таксономією Л. У. Андерсона та Д. Р. Красвола [11]). Проте є розбіжність між цими вимогами та реальною реалізацією математичної підготовки в освітніх програмах майбутніх учителів природничих наук. Зокрема, студенти часто опановують теоретичні аспекти математики, але не мають достатньо практики в її застосуванні для розв'язування природничих задач. Ця контрадикція посилюється знівельованим обсягом математичних дисциплін порівняно з природничими та методичними. Математика визнається важливим складником підготовки, проте її викладання недостатньо орієнтоване на практичне застосування в контексті природничих наук. Спостерігається також недостатня розробленість методичних підходів, які б забезпечували збалансований розвиток методології наукового пізнання природи.

Цю контрадикцію зумовлюють такі фактори:

1) традиційний підхід до викладання математики, який орієнтований на засвоєння теоретичних знань та розв'язування абстрактних задач, не завжди враховує потреби майбутньої професійної діяльності вчителів природничих наук. Наприклад: студенти, які вивчають математичний аналіз, можуть мати глибокі теоретичні знання про похідні та інтеграли, але не розуміти, як ці поняття застосовують у фізиці для опису руху тіл або в хімії для розрахунку швидкості хімічних реакцій;

2) в освітніх програмах підготовки майбутніх учителів природничих наук спостерігається дисбаланс між обсягом математичних та природничих дисциплін. Наслідком цього є недостатня кількість годин, передбачених для вивчення математичних аспектів опису природних явищ та процесів, зокрема, статистичних методів обробки результатів експериментальних досліджень з природничих наук. Це перешкоджає формуванню в студентів навичок аналізу емпіричних даних, необхідних для майбутньої професійної діяльності;

3) спостерігається розрив між змістом програм математичних дисциплін та вимогами спеціальних фахових компетентностей майбутніх учителів природничих наук. Зокрема, недостатня увага до застосування диференціальних рівнянь математичної фізики для опису хімічних процесів призводить до труднощів у студентів під час вивчення кінетики хімічних реакцій. У результаті виникає проблема недостатньої інтеграції математичної підготовки та потреб професійної діяльності.

До другої групи належать **контрадикції між цілями та змістово-процесуальними складниками математичної підготовки** майбутніх учителів природничих наук. Спостерігається розбіжність між задекларованими в освітніх програмах підготовки майбутніх учителів природничих наук цілями (розвиток критичного мислення, творчих здібностей та вміння розв'язувати практичні й теоретичні проблеми з природничих наук) та реальним змістом математичної підготовки, який часто обмежується вивченням базових формул й алгоритмів. Такий підхід не сприяє досягненню очікуваних результатів у контексті прикладної природничої спрямованості навчання математики.

На цю контрадикцію впливають такі фактори:

1) традиційні методи викладання математики, орієнтовані на пасивне засвоєння знань та алгоритмічне розв'язування типових задач, не сприяють розвитку спеціальних фахових ком-

петентностей майбутніх учителів природничих наук. Доцільно замінити їх на розв'язування контекстних задач, які б формували розуміння абстрактних математичних понять (скалярних, векторних, тензорних величин) у контексті їх застосування в природничих дисциплінах. Наприклад, вивчаючи тему «Вектори», студенти повинні не лише знати правила операцій над векторами, а й розуміти їх застосування для опису сил, швидкостей та прискорень у механіці;

2) недостатня увага до формування в студентів умінь застосовувати математичні знання в різних контекстах, зокрема в контексті практико орієнтованої діяльності, ускладнює моделювання майбутньої професійної діяльності з викладання природничих дисциплін. Для розв'язання цієї проблеми доцільно залучати студентів до різноманітних видів освітньо-пізнавальної діяльності: навчальних завдань, спрямованих на опанування математичних методів пізнання (математичне моделювання, чисельний експеримент тощо); навчально-практичних завдань прикладної спрямованості; навчально-дослідницьких завдань з використанням емпіричних, теоретичних та математичних методів; професійно зорієнтованих завдань, спрямованих на адаптацію математичних знань до контексту викладання природничих дисциплін;

3) недостатнє використання інноваційних технологій у процесі математичної підготовки майбутніх учителів природничих наук обмежує можливості для активізації їхньої пізнавальної діяльності та формування важливих професійних навичок. Активне впровадження таких технологій, як цифрові платформи для навчання математики (Khan Academy, Coursera, Duolingo), прикладні математичні пакети (MATLAB, Wolfram Mathematica, R) та спеціалізоване програмне забезпечення (GeoGebra, ChemLab, PAST), сприяють розвитку як загальних, так і спеціальних фахових компетентностей, підвищуючи мотивацію та інтерес студентів до вивчення математики. Застосування цифрових платформ надає студентам доступ до інтерактивних курсів, відеолекцій, тестів, що допомагає їм навчатися в індивідуальному темпі. Прикладні математичні пакети розширюють можливості студентів у виконанні складних обчислень, побудові графіків, аналізі даних та створенні математичних моделей. Спеціалізоване програмне забезпечення допомагає наочно уявляти абстрактні математичні поняття та їх застосування в природничих науках. Завдяки цьому майбутні вчителі глибше усвідомлюють математичні поняття, розвивають критичне та просторове мислення, а також формують комунікативні навички. Впровадження інноваційних технологій є необхідною умовою для підвищення якості математичної підготовки вчителів природничих наук.

Третя група контрадикцій пов'язана з *розривом між теорією та практикою* в математичній підготовці майбутніх учителів природничих наук. Попри дедалі більші вимоги до підсилення практичної підготовки та запровадження різноманітних форм організації освітнього процесу (практико орієнтована діяльність, дуальна форма навчання), спостерігаються певні суперечності між теоретичним та практичним складниками математичної підготовки.

До причин цієї контрадикції належать:

1) недостатня увага до методичного складника математичної підготовки майбутніх учителів природничих наук негативно впливає на формування ключових компетентностей учнів, зокрема, основних компетентностей у природничих науках і технологіях, визначених Концепцією НУШ [12] як одну з десяти ключових. Важливо, щоб студенти не лише засвоювали теоретичні знання, а й розвивали вміння застосовувати їх на практиці, формуючи в учнів не лише математичну компетентність, а й уміння вчитися, комунікативну, соціальну, загальнокультурну, громадянську, здоров'язбережувальну. Це передбачає розвиток у студентів умінь працювати з різними джерелами інформації, аналізувати та інтерпретувати дані, ефективно спілкуватися та використовувати ІКТ в освітньому процесі, створювати здоров'язбережувальне освітнє середовище;

2) інтегруючи зміст математичної підготовки майбутніх учителів природничих наук, важливо враховувати об'єктивні інтеграційні чинники, забезпечуючи міждисциплінарні зв'язки

між математичними та природничими дисциплінами. Це дасть змогу студентам бачити практичне застосування математичних знань та методів. Ефективним засобом інтеграції є використання інтегрованих завдань, які моделюють життєві ситуації (наприклад, розрахунок швидкості хімічних реакцій, моделювання фізичних процесів, аналіз біологічних даних). Впровадження елементів STEM- та STEAM-освіти сприятиме інтеграції математики з іншими природничими науками, формуванню цілісного світогляду, розвитку практичних та творчих здібностей учнів;

3) недостатнє врахування вимог НУШ у методичній математичній підготовці майбутніх учителів природничих наук посилює розрив між теорією та практикою. Методична підготовка має відповідати принципам компетентнісного підходу, особистісно орієнтованого навчання та формування ключових компетентностей НУШ, зокрема, готувати вчителів до врахування вікових особливостей учнів, використання різноманітних форм роботи та залучення учнів до активної пізнавальної діяльності. Важливим аспектом є інтеграція математики й природничих наук, що дає змогу учням бачити зв'язок між дисциплінами та застосовувати математичні знання для розв'язування практичних задач (наприклад, аналіз траєкторії руху тіл у фізиці, розрахунки реагентів у хімії, моделювання динаміки популяцій у біології, використання математичних моделей на інтегрованих уроках з фізики та математики). Для ефективного подолання розриву між теорією та практикою доцільно приділяти більше уваги формуванню та розвитку ключових компетентностей, інтеграції математики та природничих наук з урахуванням вимог НУШ;

4) недостатня увага до підготовки майбутніх учителів природничих наук до подальшого професійного розвитку посилює розрив між їхньою теоретичною та практичною математичною підготовкою. Професійний розвиток передбачає безперервне вдосконалення, зокрема, розвиток математичної компетентності, яка є невід'ємним складником професійної майстерності вчителя природничих наук. Він потребує глибоких знань з математики та вміння інтегрувати їх з предметом своєї спеціалізації (розуміння математичних понять, застосування математичних методів, формування математичної грамотності учнів). Майбутнім учителям важливо розуміти важливість професійного розвитку в галузі математики та ознайомитися з різноманітними його формами, як-от курси підвищення кваліфікації, конференції, фасилітоване навчання (інтерактивні заняття та тренінги) та самоосвіта. Розвиток математичної компетентності може відбуватися й під час педагогічної практики (відвідування тренінгів, участь у методичних об'єднаннях, створення методичних розробок). Ознайомлення студентів з процесом професійного розвитку вчителів є важливим чинником підвищення якості їхньої математичної підготовки та дає змогу усвідомити важливість безперервного вдосконалення, опановувати нові методи та ефективніше інтегрувати математичні знання з іншими дисциплінами.

Четверта група контрадикцій стосується *оцінювання математичної підготовки майбутніх учителів природничих наук з погляду компетентнісної моделі освіти*, що проявляється в розбіжності між необхідністю об'єктивного оцінювання математичної підготовки майбутніх учителів природничих наук та відсутністю чітких критеріїв й інструментів для такого оцінювання. Важливо оцінювати не лише теоретичні знання, а й практичні вміння застосовувати математичні методи в контексті природничих наук, однак наявні методи оцінювання (тести, іспити) часто не відображають рівня сформованості математичної компетентності майбутніх учителів.

Ця контрадикція зумовлена такими факторами:

1) відсутність чітких стандартів вищої освіти зі спеціальності 014 «Середня освіта (за предметними спеціальностями)», предметної спеціальності 014.15 «Середня освіта (Природничі науки)» як за першим (бакалаврським), так і за другим (магістерським) рівнями вищої освіти ускладнює процес стандартизації математичної підготовки майбутніх учителів природничих наук. Компетентнісний підхід в освіті потребує чітких стандартів, які б визначали очікувані

результати навчання, конкретні знання, вміння та навички, якими мають володіти майбутні вчителі природничих наук. Наразі через відсутність таких стандартів розробники освітніх програм послуговуються дескрипторами Національної рамки кваліфікацій (НРК) (2011) [13], Професійним стандартом «Вчитель закладу загальної середньої освіти» (2024) [14], кваліфікаційними характеристиками, а також документами ЮНЕСКО, ЄС, НАТО, ЄПВО: МСКО, EQF, QF ENEA, Key competences for lifelong learning, галузевими стандартами, нормами, правилами (етичні кодекси, технологічні регламенти тощо). Така різноманітність документів, які впливають на зміст освіти та компетентності майбутнього вчителя природничих наук, може призводити до фрагментації та неузгодженості в математичній підготовці майбутніх учителів у різних ЗВО;

2) недостатня розробленість методик оцінювання практичних умінь та навичок студентів є перешкодою до об'єктивного оцінювання математичної компетентності майбутніх учителів природничих наук. Оцінювання має містити не лише перевірку теоретичних знань, а й здатність студентів застосовувати математичні знання на практиці для розв'язування проблем, моделювання й аналізу природничих явищ. Необхідно розробляти та впроваджувати інноваційні методики оцінювання, спрямовані на визначення рівня сформованості професійних компетентностей, які забезпечують ефективну роботу вчителя в закладах загальної середньої освіти. До прикладів можна зарахувати такі компетентісно орієнтовані форми контролю: розробка та проведення уроків з використанням математичних методів; створення презентацій і проєктів з математики та її застосування в природничих науках; участь у наукових конференціях, олімпіадах, конкурсах з математики та природничих наук; розв'язування прикладних задач, що вимагають застосування математичних знань у контексті природничих наук; створення портфоліо з математики, яке міститиме зразки робіт студента, що демонструють його знання, вміння й навички в галузі математики та її застосування в природничих науках; спостереження за діяльністю студентів під час практичних занять, уроків, майстеркласів. Упровадження таких методик допоможе отримати більш повну та об'єктивну інформацію про рівень математичної компетентності майбутніх учителів і підвищити якість їхньої підготовки;

3) недостатнє використання сучасних технологій оцінювання обмежує можливості для об'єктивного та всебічного визначення рівня математичної компетентності майбутніх учителів природничих наук. Сучасні технології надають широкий спектр інструментів для оцінювання, роблячи цей процес більш ефективним та адаптованим до індивідуальних особливостей студентів. Серед них можна виокремити:

а) тестування засобами цифрових технологій, що дає змогу автоматизувати процес перевірки знань, забезпечує об'єктивність оцінювання та допомагає оперативно отримувати результати. Гнучкість конструкторів тестів на різноманітних онлайн-платформах (наприклад, Google Forms, Quizlet, Classtime) дає змогу створювати тести різних рівнів складності та з різними типами завдань (з вибором однієї чи кількох правильних відповідей; на встановлення відповідності; на встановлення послідовності; з відкритою відповіддю та інші). Така гнучкість дає змогу оцінити різні аспекти математичної підготовки майбутніх учителів природничих наук, зокрема: знання математичних понять та теорем; умінь застосовувати математичні методи для розв'язування задач; здатність аналізувати та інтерпретувати математичні моделі; навички використання математичного апарату в контексті природничих наук;

б) портфоліо, яке дає змогу всебічно оцінити досягнення, прогрес та зусилля студентів у навчанні. Портфоліо з математики може містити: розв'язані задачі різних рівнів складності; дослідницькі проєкти з математики та її застосування в природничих науках; есе на математичні теми; презентації з використанням ІКТ; відеоролики з розв'язанням задач або поясненням математичних понять тощо. Використання портфоліо в оцінюванні математичної підго-

товки має низку переваг: дає змогу оцінити не лише знання студентів, а й уміння застосовувати їх на практиці, демонструє, як студенти можуть використовувати математичні знання для розв'язування проблем, моделювання та аналізу природничих явищ; сприяє розвитку творчих здібностей студентів, спонукає до самостійного пошуку інформації, аналізу та синтезу знань, а також до презентації результатів своєї роботи у творчій формі; розвиває рефлексивні навички студентів, змушує аналізувати свої роботи, визначати сильні та слабкі сторони, планувати свій подальший розвиток. Упровадження портфоліо в систему оцінювання математичної підготовки майбутніх учителів природничих наук допоможе зробити цей процес більш об'єктивним, усебічним та орієнтованим на розвиток загальних компетентностей здобувачів освіти;

в) проєктна діяльність, яка передбачає виконання студентами індивідуальних або групових проєктів, що мають чітко визначену мету, завдання та критерії оцінювання. У контексті математичної підготовки проєкти можуть бути спрямовані на: розв'язування прикладних задач з використанням математичного апарату; моделювання природничих явищ за допомогою математичних моделей; розробку дидактичних матеріалів з математики для учнів різних вікових груп. До прикладів таких проєктів можна зарахувати: створення математичної моделі руху планет Сонячної системи; розробку математичної моделі для створення цифрового контенту з розв'язування задач з природничих наук; дослідження залежності між математичними показниками та екологічними проблемами; створення методичного супроводу з математики для учнів на уроках природничих наук з використанням ігрових технологій тощо. Проєктна діяльність сприяє розвитку в студентів важливих професійних якостей: дослідницьких навичок (збір, аналіз та інтерпретація інформації, формулювання висновків); уміння працювати в команді (співпраця, розподіл обов'язків, досягнення спільних цілей); уміння планувати свою діяльність (визначення етапів роботи, розподіл часу, контроль за виконанням завдань); уміння презентувати результати (підготовка та проведення презентацій, аргументація своєї думки, відповіді на запитання);

г) інтерактивні методи оцінювання (групові дискусії, рольові ігри, дебати, «мозковий штурм»): активізують участь студентів у процесі оцінювання та сприяють розвитку їхніх комунікативних навичок і вміння працювати в команді;

д) оцінювання за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення дає змогу підвищити ефективність та об'єктивність процесу оцінювання математичної підготовки майбутніх учителів природничих наук. На сьогодні є велика кількість програм та платформ, які автоматизують різні аспекти оцінювання й надають викладачам широкі можливості для аналізу результатів навчання. До них належать системи управління навчанням (LMS), як-от Moodle, Google Classroom, Edmodo, які дають змогу не лише створювати та проводити онлайн-тестування, а й збирати й аналізувати дані про успішність студентів, організовувати проєкти, вести облік оцінок та надавати зворотний зв'язок. Важливу роль відіграють також системи комп'ютерної математики (Mathematica, Maple, MATLAB), за допомогою яких можна створювати інтерактивні завдання й тести, що допомагають оцінити не лише знання студентів, а й уміння застосовувати математичні методи на практиці. Не менш корисними є програми для створення презентацій та візуалізації даних (PowerPoint, Prezi, Tableau), які допомагають студентам презентувати результати своєї роботи в наочній формі, що сприяє розвитку комунікативних навичок.

Використання такого програмного забезпечення має низку переваг. По-перше, воно підвищує об'єктивність оцінювання, оскільки базується на чітко визначених критеріях та алгоритмах. По-друге, дає змогу автоматизувати багато рутинних процесів, пов'язаних з оцінюванням, як-от перевірка тестів, збір та аналіз даних, формування звітів. Це звільняє викладачів від рутинної роботи та дає їм більше часу для індивідуальної роботи зі студентами. По-третє, програмне забезпечення дає змогу проводити оцінювання більш ефективно, оскільки допомагає

швидко та точно аналізувати результати навчання й надавати студентам зворотний зв'язок.

Активніше впровадження сучасних технологій оцінювання в освітній процес та розробка відповідних методик їх використання дасть змогу створити систему оцінювання математичної підготовки майбутніх учителів природничих наук, яка буде більш об'єктивною, всебічною та спрямованою на незалежне визначення рівня сформованості їхньої математичної компетентності.

Тож для подолання контрадикцій, пов'язаних з оцінюванням математичної підготовки майбутніх учителів природничих наук, необхідно забезпечити комплексний підхід до вдосконалення системи оцінювання, що передбачає розробку чітких стандартів, удосконалення методик оцінювання практичних умінь та активніше використання сучасних технологій оцінювання.

Висновки. Математична підготовка майбутніх учителів природничих наук є багатограним та складним процесом, який потребує постійного вдосконалення та оновлення з огляду на динамічний розвиток сучасної освіти. Дослідження виявило низку контрадикцій у цій сфері.

1. Спостерігається розбіжність між визнаною важливістю математики в освіті та її реальною реалізацією. Хоча математика розглядається як фундаментальна дисципліна, що сприяє розвитку аналітичного, критичного та творчого мислення, недостатня увага приділяється формуванню в студентів умінь застосовувати математичні знання на практиці, адаптувати їх до викладання природничих наук і розвивати в здобувачів освіти вищі рівні когнітивної діяльності.

2. Виявлено контрадикції між цілями математичної підготовки, задекларованими в освітніх програмах, та її реальним змістом. Незважаючи на те що математична підготовка має сприяти розвитку критичного мислення, творчих здібностей та вміння розв'язувати проблеми, на практиці зміст математичних дисциплін часто обмежується вивченням категоріального математичного апарату, базових формул та алгоритмів розв'язування стандартних задач.

3. Є суперечності, пов'язані з розривом між теорією та практикою в математичній підготовці майбутніх учителів природничих наук. Студенти університетів хоч і здобувають глибокі теоретичні знання з математики, часто стикаються з труднощами в застосуванні цих знань на практиці, адаптації їх до умов професійної діяльності вчителя природничих наук.

4. Виявлено контрадикції у сфері оцінювання математичної підготовки. Спостерігається розбіжність між необхідністю об'єктивного оцінювання математичної підготовки та відсутністю чітких критеріїв й інструментів для такого оцінювання. Наявні методи оцінювання часто не враховують практичних умінь студентів застосовувати математичні методи в контексті природничих наук.

З'ясовано, що для підвищення якості математичної підготовки майбутніх учителів природничих наук необхідно застосовувати комплексний підхід, який передбачає: подолання виявлених контрадикцій, розвиток загальних та спеціальних фахових компетентностей, інтеграцію математики та природничих наук, використання сучасних технологій тощо. Важливим аспектом математичної підготовки майбутніх учителів природничих наук є врахування індивідуальних особливостей студентів, їх мотивації та інтересів до навчання. Необхідно розвивати в них не лише теоретичні знання, а й практичні вміння застосовувати математичні методи в професійній діяльності. Крім того, важливо інтегрувати математичні знання з природничими науками для формування в студентів цілісного наукового світогляду, який буде інтегративним чинником у їхньому професійному розвитку. Сприяння професійному розвитку математичної компетентності майбутніх учителів також є невід'ємною частиною їхньої підготовки. Удосконалення системи оцінювання математичної підготовки майбутніх учителів шляхом забезпечення її об'єктивності, всебічності та спрямованості на визначення рівня сформованості математичної компетентності є вагомим аспектом. Упровадження запропонованих заходів дасть змогу підвищити якість математичної підготовки майбутніх учителів природничих наук та підготувати їх до ефективної професійної діяльності в сучасних умовах.

Перспективи подальших розвідок ми вбачаємо в розробці та апробації компетентісно зорієнтованої методичної системи математичної підготовки майбутніх учителів природничих наук, яка б враховувала виявлені контрадикції та сприяла їх подоланню.

Література:

1. Основи методології та організації наукових досліджень : навч. посіб. / за ред. А.Є. Конверського. Київ: Центр учбової літератури, 2010. 352 с.
2. Martyniuk M., Makhometa T., Vykhov V., Romanchenko I., Bezuhla Zh., & Stetsula, N. Application Of Smart-Technologies In The Modern Educational Process. *IJCSNS International Journal of Computer Science and Network Security*. 2022. № 4. С. 509–512.
3. Тарасенкова Н. А., Чашечникова О. С., & Богатирьова І. М. Peculiar Properties of Mathematics Teacher Training in Ukraine. *American Journal of Educational Research*. 2013. 1(11). P. 490–495.
4. Brown J. C. Coaching pre-service teachers for a synergy of professional skills: Mentoring overt and peer coaching covert skills. *International Journal of Educational Research*. 2010. 49(1). P. 49–59.
5. Leikin R., Levav-Waynberg A. Exploring mathematics teacher knowledge to explain the gap between theory-based recommendations and school practice in the use of connecting tasks. *Educational Studies in Mathematics*. 2007. 66(3). P. 349–371.
6. Makhometa T., Tiahai I. Formation of mathematical competence of future teachers of physics during the study of the discipline «Analytical Geometry and Linear Algebra». *Modern engineering and innovative technologies*. 2022. № 20 Part 3. P. 25–29.
7. Сальник І. В., Величко С. П., Сірик Е. П. Формування професійної картини світу вчителя фізики в STEM орієнтованому навчальному середовищі. *Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна. Вип. 25*. Кам'янець-Подільський, 2019. С. 38–41.
8. Гончаренко С. У., Пастернак Н. В. Проблема підвищення теоретичного рівня освіти. *Педагогіка і психологія*. 1998. № 2. С. 16–29.
9. Ляшенко О. І. Взаємозв'язок теоретичного та емпіричного у навчанні фізики : дис. ... доктора пед. наук : 13.00.04 – професійна підготовка; 13.00.02 – методика навчання фізики. Київ, 1996. 442 с.
10. Bloom B. S. Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals : Hand book I, cognitive domain. New York : Longman, 1994. 99 p.
11. Anderson L. W., Bloom B. S., Krathwohl D. R. A. Taxonomy of learning, teaching, and assessing. New York : Longman, 2001. 156 p.
12. Концепція Нової української школи (ухвалена рішенням Колегії МОН 27.10.2016). URL: <https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/zagalna%20serednya/nova-ukrainska-shkola-compressed.pdf>.
13. Національна рамка кваліфікацій : Постанова Кабінету Міністрів України від 23 листопада 2011 р. № 1341 із змінами, внесеними згідно з Постановами КМ № 509 від 12.06.2019 та № 519 від 25.06.2020. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1341-2011-%D0%BF#Text>.
14. Професійний стандарт «Вчитель закладу загальної середньої освіти»: Наказ МОН України 29.08.2024 № 1225. URL: <https://register.nqa.gov.ua/profstandart/vcitel-pocatkovih-klasiv-zakladu-zagalnoi-serednoi-osviti>.

References:

1. Osnovy metodolohii ta orhanizatsii naukovykh doslidzhen : navch. posib. / za red. A. Ye. Konverskoho [Fundamentals of methodology and organization of scientific research: textbook / edited by A. Ye. Konverskyi]. Kyiv : Tsentr uchbovoi literatury. 2010. 352 p. [in Ukrainian].
2. Martyniuk, M., Makhometa, T., Vykhov, V., Romanchenko, I., Bezuhla, Zh., & Stetsula, N. (2022). Application Of Smart-Technologies In The Modern Educational Process. *IJCSNS International Journal of Computer Science and Network Security*. 22. №4. P. 509–512. [in English].
3. Tarasenkova, N. A., Chashechnikova, O. S., & Bohatyrova, I. M. (2013). Peculiar Properties of Mathematics Teacher Training in Ukraine. *American Journal of Educational Research*. 1(11). P. 490–495 [in English].
4. Brown, J. C. (2010). Coaching pre-service teachers for a synergy of professional skills: Mentoring overt and peer coaching covert skills. *International Journal of Educational Research*. 49(1). P. 49–59 [in English].
5. Leikin, R., & Levav-Waynberg, A. (2007). Exploring mathematics teacher knowledge to explain the gap between theory-based recommendations and school practice in the use of connecting tasks. *Educational Studies in Mathematics*. 66(3). P. 349–371 [in English].

6. Makhometa, T., & Tiahai, I. (2022). Formation of mathematical competence of future teachers of physics during the study of the discipline “Analytical Geometry and Linear Algebra” [Formuvannia matematychnoi kompetentnosti maibutnikh uchyteliv fizyky pid chas vyvchennia dystsypliny «Analitychna heometriia ta liniina alhebra»]. *Modern engineering and innovative technologies*. №20. Part 3. P. 25–29. [in Ukrainian].
7. Salnyk, I.V., Velychko, S.P., & Sirik, E.P. (2019). Formuvannia profesiinoi kartyny svitu vchytelia fizyky v STEM oriientovanomu navchalnomu seredovyshchi [Formation of the professional worldview of a physics teacher in a STEM-oriented educational environment]. *Zbirnyk naukovykh prats Kamianets-Podilskoho natsionalnogo universytetu imeni Ivana Ohienka. Seriiia pedahohichna*. Vyp. 25. P. 38–41. [in Ukrainian].
8. Honcharenko, S.U., & Pasternak, N.V. (1998). Problema pidvyshchennia teoretychnoho rivnia osvity [The problem of increasing the theoretical level of education]. *Pedahohika i psykholohiia*. № 2. P. 16–29. [in Ukrainian].
9. Liashenko, O. I. (1996). *Vzaimozviazok teoretychnoho ta empyrychnoho u navchanni fizyky* [Interrelation of theoretical and empirical in teaching physics]. *Doctor's thesis*. K. 442 p. [in Ukrainian].
10. Bloom, B. S. (1994). *Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals : Hand book I. cognitive domain*. New York : Longman. 99 p. [in English].
11. Anderson, L. W., Bloom, B. S., & Krathwohl, D. R. (2001). *A. Taxonomy of learning. teaching. and assessing*. New York : Longman. 156 p. [in English].
12. Kontsepsiia Novoi ukrainskoi shkoly (ukhvalena rishenniam Kolehii MON 27.10.2016) [The concept of a new Ukrainian school (approved by the decision of the Collegium of the Ministry of Education and Science on October 27, 2016)]. Retrieved from: <https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/zagalna%20serednya/nova-ukrainska-shkola-compressed.pdf>. [in Ukrainian].
13. Natsionalna ramka kvalifikatsii: Postanova Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 23 lystopada 2011 r. № 1341 iz zminamy, vnesenymy zghidno z Postanovamy KM № 509 vid 12.06.2019 ta № 519 vid 25.06.2020 [National qualifications framework: Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine of November 23, 2011 No. 1341 as amended in accordance with Resolutions of the Cabinet of Ministers No. 509 of 12.06.2019 and No. 519 of 25.06.2020]. Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1341-2011-%D0%BF#Text>. [in Ukrainian].
14. Profesiinyi standart «Vchytel zakladu zahalnoi serednoi osvity»: Nakaz MON Ukrainy 29.08.2024 № 1225 [Professional standard «Teacher of a general secondary education institution»: Order of the Ministry of Education and Science of Ukraine dated 29.08.2024 No. 1225]. Retrieved from: <https://register.nqa.gov.ua/profstandart/vcitel-pocatkovich-klasiv-zakladu-zagalnoi-serednoi-osviti>. [in Ukrainian].