УДК 378.14.015.62 DOI https://doi.org/10.26661/2786-5622-2024-3-09

РОЛЬ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ В ПРОФЕСІЙНІЙ ПІДГОТОВЦІ ВЧИТЕЛІВ ІНФОРМАТИКИ І МАТЕМАТИКИ

Кобильська О. Б.
доктор технічних наук, професор,
професор кафедри інформатики і вищої математики
Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського
вул. Університетська, 20, Кременчук, Полтавська область, Україна
orcid.org/0000-0002-4210-1534
kobilskaya1983@gmail.com

Ляшенко В. П.
доктор технічних наук, професор,
професор кафедри інформатики і вищої математики
Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського
вул. Університетська, 20, Кременчук, Полтавська область, Україна
orcid.org/0000-0002-4538-631X
viklyash2903@gmail.com

Набок Т. А.
старший викладач кафедри інформатики і вищої математики
Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського
вул. Університетська, 20, Кременчук, Полтавська область, Україна
orcid.org/0000-0002-1501-9009
tetiana.nabok@gmail.com

Григорова Т. А.
кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри інформатики і вищої математики
Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського
вул. Університетська, 20, Кременчук, Полтавська область, Україна
orcid.org/0000-0002-4371-8624
grital0403@gmail.com

Кирилаха Н. Г.
кандидат фізико-математичних наук, доцент,
доцент кафедри інформатики і вищої математики
Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського
вул. Університетська, 20, Кременчук, Полтавська область, Україна
orcid.org/0000-0002-2629-8867
natalykiril582@gmail.com

Ключові слова:
математичне моделювання, компетентнісний підхід, математична компетентність вчитель

Актуальність дослідження полягає в тому, що прикладна спрямованість математики сприяє формуванню в майбутніх учителів математики та інформатики умінь і навичок, необхідних для вирішення засобами математики практичних завдань. У навчальній програмі з математики для учнів 10–11 класів загальноосвітніх навчальних закладів зазначено, що

інформатики, вчитель математики, STEM-освіта.

для успішної участі в сучасному суспільному житті особистість повинна володіти певними математичними методами та навиками їх застосування до розв'язування практичних завдань. В основі цих методів лежить математичне моделювання, яке необхідне для формування математичної компетентності здобувачів освіти. Розкриття характеру математичних понять з позиції математичних моделей навколишнього світу сприяє повноцінному засвоєнню здобувачами математичних знань.

Мета дослідження полягає у з'ясуванні значення математичного моделювання у формуванні математичної компетентності під час підготовки майбутніх вчителів інформатики і математики.

У роботі розглянуто основні аспекти ролі математичного моделювання у формуванні математичної компетентності під час підготовки майбутніх вчителів математики та інформатики, зокрема:

роль математичного моделювання у формуванні дослідницької компетентності вчителя інформатики і математики;

математичне моделювання в контексті міждисциплінарності освіти;

роль математичного моделювання в реалізації Stem-стратегії.

На основі розкриття цих аспектів зроблено висновки, що математичне моделювання сприяє формуванню системи природничо-математичних знань, навичок, умінь і математичної компетентності, необхідних у повсякденному житті та майбутній трудовій діяльності вчителя, розвитку конструктивного мислення як невід'ємної складової загальної культури вчителя. Зроблено висновок про важливість математичного моделювання як складової математичних і професійно орієнтованих дисциплін у системі підготовки вчителів інформатики і математики, що забезпечить фундаментальність, професійну та практичну спрямованість освіти майбутніх вчителів математики та інформатики.

THE ROLE OF MATHEMATICAL MODELING IN PROFESSIONAL TRAINING OF COMPUTER SCIENCE AND MATHEMATICS TEACHERS

Kobilskaya O. B.
Doctor in Technical Sciences, Professor,
Professor at the Department of Informatics and Higher Mathematics
Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University
University str., 20, Kremenchuk, Poltava region, Ukraine
orcid.org/0000-0002-4210-1534
kobilskaya1983@gmail.com

Lyashenko V. P.
Doctor in Technical Sciences, Professor,
Professor at the Department of Informatics and Higher Mathematics
Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University
University str., 20, Kremenchuk, Poltava region, Ukraine
orcid.org/0000-0002-4538-631X
viklyash2903@gmail.com

Nabok T. A.
Senior Lecturer at the Department of Informatics and Higher Mathematics
Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University
University str., 20, Kremenchuk, Poltava region, Ukraine
orcid.org/0000-0002-1501-9009
tetiana.nabok@gmail.com

Hryhorova T. A.
Candidate in Technical Sciences, Associate Professor,
Associate Professor at the Department of Informatics and Higher Mathematics
Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University
University str., 20, Kremenchuk, Poltava region, Ukraine
orcid.org/0000-0002-4371-8624
grital0403@gmail.com

Kyrylaha N. G.
Candidate in Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor,
Associate Professor at the Department of Informatics and Higher Mathematics
Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University
University str., 20, Kremenchuk, Poltava region, Ukraine
orcid.org/0000-0002-2629-8867
natalykiril582@gmail.com

Key words: *mathematical modeling, competence approach, mathematical competence computer science teacher, mathematics teacher, STEM education.*

The relevance of the research is due to the fact that the applied orientation of mathematics involves the formation of future teachers of mathematics and informatics, which are necessary for solving practical problems with the help of mathematics. In the mathematics curriculum for students of grades 10-11 of general educational institutions, it is stated that in order to successfully participate in modern social life, an individual must possess certain methods of mathematical activity and the skills of their application to solving practical problems. Mathematical modeling is the basis of solving practical problems, therefore, in order to implement the applied orientation of mathematics, it is necessary to organize the training of applicants in the elements of mathematical modeling.

Revealing the nature of mathematical concepts from the point of view of models of the surrounding world contributes to the full assimilation of the content of mathematical knowledge by the acquirers.

The purpose of the study is to clarify the importance of mathematical modeling in the formation of mathematical competence during the training of future computer science teachers and mathematics teachers.

The paper considers the main aspects of the role of mathematical modeling in the formation of mathematical competence during the training of future teachers of mathematics and computer science, in particular:

– the role of mathematical modeling in the formation of the research competence of the computer science and mathematics teacher;

– mathematical modeling in the context of interdisciplinary education;

– the role of mathematical modeling in the implementation of the Stem strategy.

Based on the disclosure of these aspects, it was concluded that mathematical modeling contributes to the formation of the system of natural and mathematical knowledge, skills and abilities necessary in the daily life and future work of a teacher, the development of constructive thinking as an integral component of the teacher's general culture. A conclusion was made about the importance of

mathematical modeling as a discipline in the system of training mathematics and computer science teachers, which will ensure the fundamental, professional and practical orientation of the education of future mathematics and computer science teachers.

Постановка проблеми. Реалізація засад Нової української школи матиме вплив на всі сфери суспільного життя, оскільки її мета – формування нової генерації випускників шкіл, які є цілісними особистостями, патріотами, інноваторами, здатними бути творцями інноваційного суспільства, у якому кожен громадянин має рівні права та можливості для розвитку своїх здібностей упродовж життя. Це, зі свого боку, потребує відповідної підготовки фахівців у галузі середньої освіти. У цій роботі розкривається роль математичного моделювання в підготовці майбутніх вчителів математики та інформатики, здатних до реалізації мети освіти шляхом формування ключових компетентностей, зокрема математичної компетентності та компетентності в галузі природничих наук, техніки й технологій. Не менш важливими також є: інноваційність, екологічна компетентність, інформаційно-комунікаційна компетентність, навчання впродовж життя, підприємливість.

Математичне моделювання є одним з основних методів, що дають змогу формувати математичну компетентність у майбутнього вчителя інформатики і математики. Застосування математичного моделювання демонструє важливе значення математики для інших наук, виступає засобом реалізації міжпредметних зв'язків. А в подальшій професійній діяльності використання на уроках міжпредметних завдань посилює синтез математики з іншими дисциплінами, сприяє формуванню в учнів цілісної картини світу. Математичне моделювання відіграє ключову роль в інтеграції науки, технологій, інженерії та математики (STEM) у шкільних дослідженнях. Воно відіграє ключову роль в науковому пізнанні й на практиці має велике значення для формування в майбутніх вчителів наукового світогляду та набутті дослідницької компетентності [1].

Уявлення про математичне моделювання, його компоненти та структуру, про специфіку окремих етапів сприяє розвитку загальних навичок застосування математики до вирішення практичних завдань [2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз ролі математичного моделювання в підготовці майбутніх учителів інформатики і математики свідчить, що багато уваги в наукових публікаціях, зокрема Семеніхіної О., Прус А., Greefrath G., Чінчой А., Рашевської Н., Астаф'євої М. [1–7], приділено практиці засвоєння елементів математичного моделювання учнями середньої школи, аналізуються проблеми, методики, дидактичні моделі. Огляд передових досліджень у галузі математичного моделювання представлено в роботі Прус А. [3]. Так, у [3] зазначається, що основними причинами розриву між освітніми дослідженнями та повсякденною шкільною практикою є складність моделювання як для учнів, так і для вчителів, постійний брак часу для формування суто математичних умінь і навичок, недовіра до математичного моделювання як потужного засобу формування математичного стилю мислення. Фактично основні учасники навчального процесу слабо готові до застосування елементів математичного моделювання під час формування математичної компетентності учнів ЗСО та студентів ВНЗ.

У роботі Greefrath G. [4] зазначається, що існує дефіцит дослідницьких даних щодо використання математичного моделювання у формальній шкільній математиці, особливо під час інтеграції у контекст STEM.

У роботі Чінчой А. [5] показано, що застосування математичного моделювання демонструє важливе значення математики для інших наук, виступає засобом реалізації міжпредметних зв'язків. Тому використання на уроках міжпредметних завдань із математики посилює синтез математики з іншими дисциплінами, сприяє формуванню в учнів цілісної картини світу, як зазначається в роботі Рашевської Н. В. [6]. Приклад використання міжпредметних завдань із математики, що сприяють формуванню математичної компетентності, розглянуто в роботі Кобильської О., Ляшенко В. [14], де проаналізовано ряд математичних моделей, що описують хімічні й екологічні процеси у вигляді задачі Коші для звичайного диференціального рівняння першого порядку. Як відомо, ефективність засвоєння учнями поняття моделювання залежить від учителя, який володіє ґрунтовними знаннями з математики й орієнтується в предметній області, у якій будується математична модель, прийомами побудови математичної моделі та навичками її застосування до розв'язування практичної задачі.

У роботі Астаф'євої М. [7] зазначається, що причинами недостатньої математичної підготовки здобувачів освіти є: а) невиправдано високий рівень абстрактності викладання вищої математика, що призводить до надмірної формалізації математичних знань; б) недостатнє використання міждисциплінарних зв'язків вищої математики з іншими фундаментальними та спеціальними

навчальними дисциплінами (компонентами); недостатня увага до використання математичних методів і побудови математичних моделей.

Метою статті є розкриття значення математичного моделювання у формуванні математичної компетентності під час підготовки майбутніх вчителів інформатики і математики.

Виклад основного матеріалу дослідження. Математична модель – наближений опис об'єкта моделювання за допомогою математичної символіки. Математичні моделі з'явилися разом із математикою багато століть тому. Величезний поштовх розвитку математичного моделювання додала поява ЕОМ. Застосування обчислювальних машин дало змогу проаналізувати й застосувати на практиці багато математичних моделей, які раніше не піддавалися аналітичному дослідженню. У математичному моделюванні поєднуються два ключові поняття, це алгоритм і програма його реалізації. Реалізована на комп'ютері математична модель називається комп'ютерною математичною моделлю, а проведення цілеспрямованих розрахунків за допомогою комп'ютерної моделі називається обчислювальним експериментом. Алгоритм розв'язку задачі переважно будується на основі математичної моделі. Інформатика як наука виникла як поєднання математики з комп'ютерною технікою, точніше з програмним забезпеченням розв'язання задач, запропонованих у математичних моделях. За словами американського вченого, одного з перших професорів в галузі сучасної інформатики Доналда Е. Кнута, «інформатика займається вивченням алгоритмів та їх комп'ютерною реалізацією» [13]. Алгоритм – це точно задана послідовність правил, що вказує, як можна за скінчене число кроків, користуючись певною вхідною інформацією, отримати вихідну. Як відомо, комп'ютерною реалізацією алгоритму є програма. Щоб побудувати будь-який алгоритм, потрібно спочатку розглянути й вивчити предметну область досліджень, побудувати математичну модель, максимально абстраговану, та перейти до розробки алгоритму на основі цієї моделі.

У [10] зазначається, що для успішної участі в сучасному суспільному житті особистість повинна володіти певними математичними знаннями, прийомами та навичками їх застосувань до розв'язування практичних задач. Значної математичної підготовки та готовності її застосовувати потребує і вивчення багатьох навчальних предметів загальноосвітньої школи.

Згідно з Державним стандартом базової і повної загальної середньої освіти вибірково-обов'язковий курс «Інформатика» містить *предметну змістову лінію: моделі та моделювання, аналіз і візуалізація даних.* У підручнику Ривкінд, Лисенко, Чернікова, Шакотько [8] перша тема цієї змістової лінії починається з розділу «Комп'ютерні моделі та комп'ютерне моделювання». Зазначається, що комп'ютерна розрахункова (математична) модель створюється й досліджується з використанням програм, у яких виконуються розрахунки значень властивостей об'єкта, для якого побудовано цю модель, на основі формул, рівнянь, нерівностей з використанням, наприклад, табличного процесора LibreOffice Calc, Excel або власної програми, створеної мовою програмування. Також розглядається використання математичного процесора GRAN1.

У підручнику Морзе Н. В. [9] пропонується для комп'ютерного моделювання використовувати: BMDP BioMeDical Package (Statistical Software, Inc.), EViews – Econometric Views (Quantitative Micro Software / IHS Markit Ltd.), Maple, MathCAD, Mathematica.

Оскільки саме вчитель повинен забезпечувати здатність формувати й розвивати в учнів ключові та предметні компетентності, реалізовувати наскрізні змістові лінії засобами навчального предмета й інтегрованого навчання, розвивати критичне мислення, то важливість математичного моделювання в процесі підготовки вчителя математики і інформатики не викликає сумніву.

Математичне моделювання в контексті міждисциплінарності освіти

Міжпредметні зв'язки математичного моделювання розглянемо на прикладі освітньої компоненти «Методи обчислень та математичне моделювання», що пропонується до вивчення в Освітньо-професійній програмі «Середня освіта (Інформатика)» (предметна спеціальність 014.09 Середня освіта (Інформатика), додаткова предметна спеціальність 014.04 Середня освіта (Математика)) в Кременчуцькому національному університеті імені Михайла Остроградського. Міжпредметні зв'язки «Методи обчислень та математичне моделювання» і дисциплін професійної підготовки глибокі й різноманітні. Вивченню освітньої компоненти «Методи обчислень та математичне моделювання» передує вивчення освітніх компонент «Елементарна математика», «Комп'ютерна математика», «Лінійна алгебра та аналітична геометрія», «Математичний аналіз», які сприяють формуванню математичної компетентності під час підготовки майбутніх вчителів інформатики і математики. Під час вивчення цих дисциплін формуються основні навички, необхідні для розуміння ролі математичного моделювання у формуванні математичної компетентності. Під час вивчення вищезазначених предметів математичне моделювання використовується у двох аспектах: об'єкт вивчення («Математична логіка та дискретна математика», «Комп'ютерна

математика»); засіб навчання для інших дисциплін математичного блоку. У рамках вивчення дисциплін психолого-педагогічного блоку формуються знання з моделювання різноманітних педагогічних і психологічних ситуацій.

Розвиток інформаційних технологій і засобів зумовив появу спеціалізованого програмного забезпечення математичного спрямування, у якому є можливим процес математичного моделювання різних класів математичних задач. Наразі з'являються хмарні версії відомих середовищ, у яких представлена можливість математичного моделювання, зокрема Sage MathCloud, Maple, Maple Net, MATLAB, MATLAB web-server, WebMathematica, Calculation Laboratory та ін. [11]. Таке програмне забезпечення пропонується до вивчення в рамках дисциплін інформативного блоку, а також «Комп'ютерна математика».

Під час вивчення дисциплін «Елементарна математика» і «Методика навчання математики», «Методика навчання інформатики» здобувачі набувають знань, які необхідні для розв'язування типових задач фахової діяльності, засвоєння теоретичних і практичних розділів курсів інформатики, математики та методики викладання. Слід зазначити, що підвищенню ефективності процесу навчання як математичних дисциплін, так і фахових сприяє використання міжпредметних зв'язків цих дисциплін у навчанні математики. Міжпредметні зв'язки ускладнюють зміст і процес пізнавальної діяльності майбутніх учителів, роблять процес навчання більш цікавим. Наприклад, «Елементарна математика», «Лінійна алгебра та аналітична геометрія», «Математичний аналіз» вивчаються на першому курсі спеціальності 014.09 Середня освіта (Інформатика), додаткова предметна спеціальність 014.04 Середня освіта (Математика), далі поступово відбувається введення міжпредметних зв'язків із дисциплінами інформатичного блоку, як-от «Комп'ютерна математика», «Програмування», шляхом введення задач практичного змісту на лабораторних роботах, курсових проєктах. А вже під час вивчення дисципліни «Методи обчислень та математичне моделювання» відбувається узагальнення раніше засвоєних понять, пропонуються практичні задачі з різних галузей знань. Пропонуються задачі економічного, фізичного змісту і т. ін.

Роль математичного моделювання у формуванні дослідницької компетентності вчителя інформатики і математики

Узагальнюючи різноманітні тлумачення з наукових джерел, можна стверджувати, що дослідницька компетентність вчителя математики і інформатики – це здатність особистості до цілеспрямованої навчальної дослідницької діяльності з метою набуття ґрунтовних математичних та інформатичних знань, уміння використовувати ці знання для розв'язання практичних і теоретичних завдань методами математичного моделювання, шляхом використання у процесі дослідження систем комп'ютерної математики.

Важливим завданням вищої педагогічної освіти є формування в майбутніх учителів професійних компетентностей, що передбачає вміння вільно орієнтуватися в науковому й інформаційному просторах, упроваджувати в процес навчання інноваційні педагогічні технології, створювати авторські навчальні програми; аналізувати, порівнювати, узагальнювати, знаходити ефективні рішення. Однією з найважливіших складових професійних компетентностей є дослідницька. Оскільки математика виконує системотворчу роль для шкільної освіти загалом, то процес навчання цієї дисципліни найбільшою мірою схильний до інновацій. Тому й підготовка вчителя математики має набути дослідницького характеру. У центрі уваги під час підготовки фахівців у вищому навчальному закладі є оволодіння сучасною методологією дослідження. Відображаючи структури реальних технологічних, фізичних і соціальних процесів та виконуючи важливу методологічну роль у науковому пізнанні явищ і процесів, математичні моделі можуть виступати як ефективний засіб навчання.

Компетентнісний рівень оволодіння знаннями досягається в процесі самостійного активного виконання здобувачами різних видів діяльності, які повинні бути пов'язані з етапами моделювання та передбачати: постановку завдання, вибір моделі, вибір та проведення раціонального способу дослідження моделі, перевірку її адекватності. Перехід від одного виду моделі до іншого й коректне виконання всіх етапів моделювання потребує управління процесом пізнавальної діяльності здобувачів, організації спеціального аналізу навчальних ситуацій, що виникають.

З підвищенням вимог до професійної підготовки учителів підвищуються вимоги до дослідницьких вмінь здобувачів освіти. Успішне оволодіння майбутніми учителями навичками дослідження і творчої роботи сприяє ефективному включенню їх у професійну діяльність, втіленню наукових знань у практичну діяльність. Здатність до продуктивної творчої діяльності в процесі вирішення професійних завдань стає ядром системи компетентностей сучасного спеціаліста в будь-якій сфері, особливо це стосується сфери освіти, де інтенсивно відбуваються інноваційні процеси, які передбачають високий рівень готовності педагогів до дослідницької діяльності. Математичне моделювання стає дослідницьким апаратом, що може бути використаний під час вирішення професійних завдань.

Роль математичного моделювання в реалізації Stem-стратегії.

Метою STEM-освіти є формування в учнів систему взаємопов'язаних компетентностей, зокрема: когнітивної, стратегічної, операційної, концептуальної, аксіологічної. У математичній освітній галузі основна увага приділяється пошуку способів розв'язання проблемних задач, коли учні вибирають один або кілька способів та отримують результат за допомогою розробленого ними алгоритму.

Одним із найбільш виражених показників успішної реалізації STEM-підходу до підготовки майбутніх вчителів є їхня розвинена функціональна математична грамотність. Функціональна математична грамотність розуміється як здатність здобувача освіти формулювати, застосовувати й інтерпретувати математику в різноманітних контекстах. Вона передбачає математичні міркування, використання математичних понять, процедур, фактів та інструментів з метою опису, пояснення й передбачення явища (визначення PISA). Розвинена функціональна математична грамотність дозволяє проводити математичні міркування; формулювати, застосовувати й інтерпретувати математику для вирішення проблем реального світу. Іншим, тісно пов'язаним із першим, індикатором успішності STEM-освіти майбутніх вчителів є їхня власна здатність до навчально-дослідницької та проєктної діяльності, а також здатність успішно керувати навчально-дослідною та проєктною діяльністю своїх учнів. Формуванню та розвитку цих здібностей сприяє залучення здобувачів до науково-дослідницької діяльності, яка передбачає участь у науково-практичних конференціях, залучення здобувачів до участі в науково-дослідних проєктах, олімпіадах, конкурсах наукових робіт тощо.

Математичне моделювання – це процес аналізу реальної чи реалістичної ситуації з використанням математичних методів у найбільш загальному сенсі. Ідея про те, що цикли математичного моделювання повинні використовуватися в навчанні STEM на всіх рівнях освіти, набула актуальності в останні роки, оскільки це підвищує мотивацію учнів до уроку і вони краще вивчають матеріал завдяки концентрації уваги. Навчання STEM дає змогу поєднувати наукові методи, математичне моделювання, технологічне застосування й інженерний дизайн. Таким чином, утворюється інноваційне критичне мислення, можливість і потреба в інтегрованому навчанні, де здобувачі активні, унаслідок чого формується новий навчальний простір.

STEM у суспільстві займається оснащенням громадськості достатніми знаннями та розумінням питань, пов'язаних зі STEM, з метою прийняття рішень щодо багатьох технологічних проблем, що стоять перед ними [1].

Здобувачі зазвичай вважають математику дуже абстрактною. Таким чином, теми, що пропонуються до вивчення математичного моделювання, слід викладати, використовуючи різні практики та заходи таким чином, щоб вони були більш значущими й пов'язаними з повсякденним життям.

Висновки та перспективи подальших розробок у цьому напрямі. Модернізація та реформування освіти в Україні, розроблення нових освітніх стандартів і науково-методичного та навчально-методичного забезпечення навчального процесу актуалізують проблему диверсифікації змісту неперервної підготовки вчителів інформатики та математики у світлі вимог «Нової української школи».

За результатами проведеного дослідження можна зробити висновки, що освітня компонента «Математичне моделювання» як складова частина «Математики» у ЗСО та «Вищої математики» у ВНЗ відіграє значну роль у формуванні математичної та науково-дослідницької компетентностей учнів ЗСО та студентів фізико-математичних спеціальностей ВНЗ та успішно здійснюватиметься шляхом застосування інноваційних підходів до організації і проведення навчально-виховного процесу. Підвищенню ефективності цього складного процесу сприятиме застосування інтерактивних форм та інноваційних технологій організації навчання.

Математика, зокрема математичне моделювання, виконує роль дослідницького апарату, що може бути використаний під час вирішення професійних завдань практичного спрямування. Освітня компонента математичне моделювання дає змогу майбутнім учителям інформатики і математики зрозуміти зв'язок інформатики з природничими науками, насамперед із математикою і фізикою, що є одним із найважливіших інструментів STEM.

Таким чином, цілеспрямоване навчання математичного моделювання не тільки допоможе сформувати цілісну систему математичних знань здобувачів, а й забезпечить її професійну спрямованість, яка передбачає відображення у змісті математичних дисциплін професійно значущого майбутнього вчителя навчального матеріалу.

Вивчення математичного моделювання сприятиме формуванню професійної компетентності вчителя, однією із важливих складових якої є дослідницька.

Наявність в освітньо-професійних програмах (ОПП) підготовки майбутніх учителів інформатики та математики у ВНЗ значної кількості математичних освітніх компонент забезпечує формування у здобувачів освіти математичних знань і умінь, навичок (soft skills), необхідних для роботи

з комп'ютерними математичними пакетами. Результати дослідження математичних освітніх компонент у системі підготовки майбутніх учителів інформатики і математики можуть бути підставою для подальшого аналізу освітніх компонент відповідних ОПП з метою їх подальшого вдосконалення.

До перспектив подальших наукових досліджень з означеної проблеми відносимо вивчення шляхів втілення в процес підготовки фахівців педагогічних спеціальностей складових математичного моделювання – комп'ютерного моделювання, цифрових технологій та інноваційних форм навчання.

ЛІТЕРАТУРА

1. Тенденції розвитку шкільної освіти в країнах ЄС, США та Китаї : монографія / О. І. Локшина та ін..; за заг. ред. О. І. Локшиної. [Електронне видання]. Київ : КОНВІ ПРІНТ, 2021. 350 с.
2. Семеніхіна О., Друшляк М. Формування у майбутніх учителів математики навичок комп'ютерного моделювання у процесі розв'язування текстових задач. *Фізико-математична освіта*, 2022. 34 (2). С. 38–42. https://doi.org/10.31110/2413-1571-2022-034-2-006.
3. Прус А. Математичне моделювання в освіті та завдання математичного моделювання. *Освітні тренди та традиції у навчанні математики*. Житомир : Рута. 2024. С. 230–292.
4. Greefrath G., Siller, H.S., & Klock, H. Pre-service secondary teachers' pedagogical content knowledge for the teaching of mathematical modelling. *Educational Studies in Mathematics.* 2022. 109. P. 383–407.
5. Чінчой А. О. Математичне моделювання як засіб здійснення міжпредметних зв'язків курсу алгебри. *Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти*. 2016. Вип. 9. С. 54–61.
6. Рашевська Н. В. Модель формування дослідницьких компетентностей учнів на уроках математики. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: «Педагогіка. Соціальна робота».* 2017. Вип. 1 (40). С. 238–271.
7. Mariia Astafieva, Dmytro Bodnenko, Oksana Lytvyn, Volodymyr Proshkin, and Oleksij Zhyltsov. Mathematical Modeling as a Tool for Interdisciplinary Training of Computer Sciences and Cybersecurity Students. CEUR Workshop Proceedings. 2021. 3187. С. 103–116. ISSN 1613-0073.
8. Інформатика (рівень стандарту) :підруч. для 10-го (11-го) кл. закл. заг. серед. освіти / Й. Я. Ривкінд та ін. Київ : Генеза, 2018.144 с.
9. Морзе Н. В. Інформатика (рівень стандарту): підруч. для 10 (11) кл. закладів загальної середньої освіти / Н. В. Морзе, О. В. Барна. Київ : УОВЦ «Оріон», 2018. 240 с.
10. Навчальна програма з математики (алгебра і початки аналізу та геометрія) для учнів 10–11 класів загальноосвітніх навчальних закладів. Рівень стандарту (наказ МОН від 23.10.2017 № 1407).
11. Освітня реформа: результати та перспективи. Інформаційно-аналітичний збірник. 2019. Київ. 228 с.
12. Çetin, İbrahim & Aydın, Mustafa & Bilgic-Erdem, Serife. Review of Mathematical Modeling Research: A Descriptive Content Analysis Study. *Necatibey Faculty of Education Electronic Journal of Science & Mathematics Education.* 2023. Vol. 17. Issue 2. P. 994–1025. DOI: https://doi.org/10.17522/balikesirnef.1321365.
13. Donald E. Knut Computer Science and Its Relation to Mathematics, *The American Mathematical Monthly.* 1974. V. 81. No 4, pp. 323–342.
14. Кобильська О. Б., Набок Т. А., Ляшенко В. П. Застосування систем комп'ютерної математики для розв'язання прикладних задач. *Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського.* 2021. Випуск 3 (128). С. 11–16.

REFERENCES

1. Tendentsiyi rozvytku shkilnoyi osvity v krayinakh YES, SSHA ta Kytayi (2021) [Trends in the development of school education in the countries of the EU, the USA and China]: monograph / O.I. Noodles, etc.; in general ed. O.I. Noodles [Electronic edition]. Kyiv: Convi print, 350 p.
2. Semenikhina, O., Drushlyak, M.(2022). Formuvannya u maybutnikh uchyteliv matematyky navychok kompyuternoho modelyuvannya u protsesi rozvyazuvannya tekstovykh zadach [Formation of computer modeling skills in the process of solving text problems in future mathematics teachers]. *Physical and mathematical education.* 34 (2). P. 38–42. https://doi.org/10.31110/2413-1571-2022-034-2-006.
3. Prus, A. (2024). Matematychne modelyuvannya v osviti ta zavdannya matematychnoho modelyuvannya [Mathematical modeling in education and tasks of mathematical modeling]. *Educational trends and traditions in teaching mathematics.* Zhytomyr: Ruta. P. 230–292.
4. Greefrath, G., Siller, H.S., & Klock, H. (2022). Pre-service secondary teachers' pedagogical content knowledge for the teaching of mathematical modelling. *Educational Studies in Mathematics.* 109. P. 383–407.

5. Chinchoi, A.O. (2016). Matematychne modelyuvannya yak zasib zdiysnennya mizhpredmetnykh zvyazkiv kursu alhebry [Mathematical modeling as a means of implementing intersubject connections in the algebra course.] *Proceedings. series: problems of the methodology of physical, mathematical and technological education.* V. 9. P. 54–61.
6. Rashevska, N.V. Model formuvannya doslidnytskykh kompetentnostey uchniv na urokakh matematyky [The model of formation of students' research competences in mathematics lessons]. *Scientific Bulletin of Uzhhorod University. Series: Pedagogy. Social work.* Issue 1 (40). P. 238–271.
7. Mariia Astafieva, Dmytro Bodnenko , Oksana Lytvyn, Volodymyr Proshkin, and Oleksij Zhyltsov (2021). Mathematical Modeling as a Tool for Interdisciplinary Training of Computer Sciences and Cybersecurity Students CEUR Workshop Proceedings. Vol. 3187. P. 103–116.
8. Informatyka (2018) (riven standartu) [Informatics (standard level)]: tutorial. for the 10th (11th) grade. closing general among. Education / Y.YA. Ryvkind et al. Kyiv: Geneza, 144 p.
9. Morse, N.V. (2018). Informatyka (riven standartu) [Informatics (standard level)]: textbook. for 10 (11) cl. institutions of general secondary education / N.V. Morse, O.V. Barna. Kyiv: UOVC "Orion". 240 p.
10. Mathematics (algebra and the beginning of analysis and geometry) Curriculum for comprehensive schools Grades 10–11 Standard level (наказ МОН від 23.10.2017 № 1407).
11. Osvitnya reforma: rezultaty ta perspektyvy (2019) [Educational reform: results and prospects] Informational and analytical collection. Kyiv. 228 p.
12. Çetin, İbrahim & Aydın, Mustafa & Bilgic-Erdem, Serife (2023). Review of Mathematical Modeling Research: A Descriptive Content Analysis Study. Necatibey Faculty of Education Electronic Journal of Science & Mathematics Education. Vol 17. Issue 2. P. 994–1025. DOI: https://doi.org/10.17522/balikesirnef.1321365.
13. Donald, E. (1974). Knut Computer Science and Its Relation to Mathematics, *The American Mathematical Monthly.* V. 81. No 4, pp. 323–342.
14. Kobilskaya, O.B., Nabok, T.A. Lyashenko, V.P. (2021). Zastosuvannya system kompyuternoyi matematyky dlya rozvyazannya prykladnykh zadach [Application of mathematics software for solving applied problems]. *Scientific journal "Transactions of Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University".* V. 3 (128). P. 11–16.