



УДК 378.147:51-7

[https://doi.org/10.52058/2786-6165-2026-1\(43\)-2241-2253](https://doi.org/10.52058/2786-6165-2026-1(43)-2241-2253)

Леонт'єва Вікторія Володимирівна кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри фундаментальної та прикладної математики, Запорізький національний університет, доцент кафедри вищої математики і фізики, Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, Запоріжжя, <https://orcid.org/0000-0002-9863-9712>

Кондрат'єва Наталія Олександрівна кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри фундаментальної та прикладної математики, Запорізький національний університет, Запоріжжя, <https://orcid.org/0000-0002-6994-2536>

ФОРМУВАННЯ КОМПЕТЕНТНОСТІ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ У СТУДЕНТІВ ЗАКЛАДІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ: МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ

Анотація. Стаття присвячена обґрунтуванню методичних засад формування компетентності математичного моделювання у студентів закладів вищої освіти в умовах цифрової трансформації суспільства та зростаючої потреби у фахівцях, здатних застосовувати методи моделювання для дослідження складних систем і процесів. Актуальність дослідження обумовлена труднощами у формуванні відповідних умінь у студентів через нестачу часу, складність навчального матеріалу та недостатність методичних матеріалів. У роботі здійснено аналіз досліджень методики навчання математичного моделювання, який засвідчив необхідність розробки цілісної системи формування компетентності з урахуванням професійної спрямованості підготовки. Визначено структуру компетентності математичного моделювання, яка охоплює три взаємопов'язані компоненти: когнітивний, операційно-діяльнісний та рефлексивний. Розроблено методичну систему поетапного формування умінь, яка передбачає послідовний перехід через чотири етапи: ознайомлювальний для опанування теоретичних основ, репродуктивний для формування базових умінь за алгоритмом, продуктивний для самостійної побудови моделей нетипових задач та творчий для постановки власних задач і комплексного розв'язання. Обґрунтовано дидактичні умови ефективного формування компетентності, які включають застосування проблемно-орієнтованого підходу до навчання, використання системи прикладних задач міждисциплінарного характеру з різних



предметних галузей, інтеграцію аналітичних та чисельних методів з використанням комп'ютерних технологій, організацію рефлексивної діяльності студентів через колективне обговорення результатів моделювання. Розроблено систему критеріїв та показників сформованості компетентності, яка відповідає визначеній структурі: когнітивний критерій для оцінювання повноти знань, діяльнісний для рівня практичних умінь, рефлексивний для здатності до критичного аналізу. Здійснено детальну характеристику трьох рівнів сформованості компетентності: початкового, достатнього та високого. За результатами проведеного дослідження запропоновано цілісну методичну систему формування компетентності математичного моделювання, яка охоплює всі етапи навчального процесу та забезпечує реалізацію особистісно орієнтованого підходу через об'єктивне діагностування навчальних досягнень студентів.

Ключові слова: математичне моделювання, компетентність, методика викладання, вища освіта, прикладні задачі, проблемно-орієнтоване навчання.

Leontieva Viktoriia Volodimirivna Candidate of Sciences in Physics and Mathematics, Associate professor, Associate professor of the Department of Fundamental and Applied Mathematics, Zaporizhzhia National University, Associate professor of the Department of Higher Mathematics and Physics, Dmytro Motornyi Tavria State Agrotechnological University, Zaporizhzhia, <https://orcid.org/0000-0002-9863-9712>

Kondratieva Nataliia Oleksandrivna Candidate of Sciences in Physics and Mathematics, Associate professor, Associate professor of the Department of Fundamental and Applied Mathematics, Zaporizhzhia National University, Zaporizhzhia, <https://orcid.org/0000-0002-6994-2536>

FORMING MATHEMATICAL MODELING COMPETENCE IN STUDENTS OF HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS: METHODOLOGICAL ASPECTS

Abstract. The article is devoted to substantiating the methodological foundations for forming mathematical modeling competence in students of higher education institutions in the context of digital transformation of society and growing demand for specialists capable of applying modeling methods to study complex systems and processes. The research relevance is determined by difficulties in forming corresponding skills in students due to time shortage, complexity of educational material, and insufficiency of methodological



materials. The work analyzes research on teaching methodology of mathematical modeling, which demonstrated the necessity of developing a holistic competence formation system considering professional orientation of training. The structure of mathematical modeling competence is defined, covering three interrelated components: cognitive, operational-activity and reflective. A methodological system for gradual skill formation has been developed, providing sequential transition through four stages: introductory for mastering theoretical foundations, reproductive for forming basic skills by algorithm, productive for independent model building for non-typical tasks, and creative for formulating own tasks and comprehensive solution. Didactic conditions for effective competence formation are substantiated, including application of problem-oriented learning approach, usage of applied task system of interdisciplinary character from different subject areas, integration of analytical and numerical methods using computer technologies, organization of students' reflective activity through collective discussion of modeling results. A system of criteria and indicators of competence formation is developed, corresponding to the defined structure: cognitive criterion for assessing knowledge completeness, activity criterion for practical skill level, reflective criterion for critical analysis capability. A detailed characterization of three competence formation levels is provided: initial, sufficient and high. Based on the research results, a holistic methodological system for forming mathematical modeling competence is proposed, covering all stages of the educational process and ensuring implementation of a personality-oriented approach through objective assessment of students' learning achievements.

Keywords: mathematical modeling, competence, teaching methodology, higher education, applied problems, problem-oriented learning.

Постановка проблеми. Математичне моделювання є універсальним методом наукового пізнання, який набув особливого значення в епоху цифрової трансформації суспільства. У зв'язку з тим, що сутність методу математичного моделювання полягає в заміненні реального об'єкту математичною моделлю, яка в подальшому вивчається засобами математики, що дає можливість відносно швидко і детально досліджувати складні системи та процеси [1], формування у студентів компетентності математичного моделювання стає одним із пріоритетних завдань вищої освіти, особливо у підготовці фахівців природничих та технічних спеціальностей.

Водночас практика викладання курсу «Математичне моделювання» у закладах вищої освіти засвідчує наявність суттєвих труднощів у формуванні відповідних умінь у студентів. Нестача часу, складність навчального матеріалу, важкість оцінювання ефективності навчання моделюванню та недостатність методичних матеріалів, здатних спростити сприйняття та



засвоєння навчального матеріалу, є основними проблемами у процесі формування та розвитку умінь математичного моделювання [2]. Традиційний підхід до викладання, орієнтований переважно на засвоєння теоретичного матеріалу, не забезпечує належного рівня практичної підготовки студентів до застосування методів моделювання у професійній діяльності.

Актуальність дослідження посилюється тим, що здатність до математичного моделювання є безпосередньою ознакою практичної компетентності фахівця, яка формується паралельно з формуванням умінь використовувати моделювання в навчальній та професійній діяльності [3]. Відтак виникає нагальна потреба в розробці науково обґрунтованої методики формування компетентності математичного моделювання, яка б враховувала специфіку підготовки фахівців різних спеціальностей та відповідала сучасним вимогам ринку праці.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблеми методики навчання математичного моделювання досліджувалися у працях багатьох вітчизняних та зарубіжних науковців. Теоретичні основи математичного моделювання та загальну методику побудови моделей розкрито у роботах Р. Н. Кветного, В. Т. Малікова, О. Р. Бойка, які обґрунтували послідовність етапів моделювання від дослідження об'єкта до верифікації результатів [4]. Методичні засади викладання математичних дисциплін у вищій школі висвітлено у працях [5, 6]. Проте питання формування компетентності математичного моделювання як цілісного особистісного утворення залишаються недостатньо розробленими.

Дослідження формування умінь математичного моделювання в учнів профільної школи здійснювали українські науковці, які обґрунтували технологію поетапного формування відповідних умінь та визначили ключові фактори ефективності цього процесу [6]. Разом з тим специфіка формування компетентності математичного моделювання у студентів закладів вищої освіти потребує окремого дослідження з урахуванням професійної спрямованості підготовки та більш складного рівня математичних методів.

У зарубіжній педагогічній літературі значна увага приділяється дослідженню ефективності проблемно-орієнтованого навчання математичному моделюванню. Дослідження, проведені в роботі [7], засвідчили позитивний вплив інтеграції моделювання з комп'ютерними технологіями на формування відповідних компетентностей студентів інженерних спеціальностей, водночас наголошуючи на необхідності розробки послідовності навчання, яка враховує поступове ускладнення моделювальних практик. Такий підхід є релевантним і для вітчизняної вищої освіти, проте потребує адаптації до національного освітнього контексту.



Важливим напрямом досліджень є застосування прикладних задач у навчанні математичного моделювання. Науковці наголошують, що формування навичок застосування математики є однією з головних цілей викладання математичних дисциплін, а математичне моделювання виступає основою визначення математичної компетентності [8]. Прикладні задачі створюють автентичний контекст для застосування методів моделювання та сприяють усвідомленню студентами практичної цінності математичних знань.

Мета статті полягає в обґрунтуванні методичних засад формування компетентності математичного моделювання у студентів закладів вищої освіти.

Досягнення поставленої мети передбачає розв'язання наступних завдань:

- визначення структури компетентності математичного моделювання та її компонентів;
- розробка методичної системи поетапного формування умінь математичного моделювання;
- обґрунтування дидактичних умов ефективного формування компетентності;
- визначення критеріїв та показників сформованості компетентності математичного моделювання.

Структура компетентності математичного моделювання. Під компетентністю математичного моделювання будемо розуміти інтегровану особистісну характеристику, що охоплює знання методів та засобів моделювання, уміння застосовувати їх для дослідження реальних систем і процесів, а також здатність критично оцінювати адекватність побудованих моделей та отриманих результатів.

У структурі компетентності математичного моделювання виділимо **три взаємопов'язані компоненти**: когнітивний, операційно-діяльнісний та рефлексивний.

Когнітивний компонент охоплює систему знань, необхідних для успішної моделювальної діяльності. До цього компонента належать знання основних понять і принципів математичного моделювання, класифікації моделей, етапів процесу моделювання, а також знання конкретних математичних методів, які застосовуються для побудови та дослідження моделей різних типів.

Методологія математичного моделювання охоплює все нові сфери — від технічних систем до складних економічних і соціальних систем, що вимагає від студентів володіння широким спектром математичних методів [9].



Операційно-діяльнісний компонент включає уміння та навички практичного застосування методів моделювання. Цей компонент передбачає здатність формалізувати задачі, сформульовані мовою певної предметної галузі, формулювати їх математичну постановку та обирати раціональний метод розв'язання. Важливими складовими операційно-діялісного компонента є уміння розв'язувати отримані математичні задачі аналітичними та чисельними методами, а також оцінювати точність та достовірність отриманих результатів.

Рефлексивний компонент охоплює здатність студента до критичного аналізу власної моделювальної діяльності, оцінювання адекватності побудованих моделей, виявлення та усунення помилок. Цей компонент є особливо важливим, оскільки математичне моделювання за своєю природою є ітеративним процесом, який передбачає постійне уточнення моделі на основі зіставлення результатів моделювання з експериментальними даними. Розвинена рефлексія дозволяє студенту усвідомлювати межі застосовності побудованих моделей та приймати обґрунтовані рішення щодо їх удосконалення.

Методична система поетапного формування умінь математичного моделювання. Розроблена в роботі методична система ґрунтується на принципі поетапного формування умінь математичного моделювання від репродуктивного рівня до творчого застосування методів.

Виділимо чотири *послідовні етапи формування умінь*, кожен з яких характеризується специфічними цілями, методами та засобами навчання.

На *першому етапі (ознайомлювальному)* студенти опановують теоретичні основи математичного моделювання: основні поняття, класифікацію моделей, загальну методику побудови моделей. Особлива увага приділяється усвідомленню ролі моделювання як універсального методу наукового пізнання. На цьому етапі доцільно використовувати лекції-візуалізації з демонстрацією прикладів моделювання реальних систем, що дозволяє сформувати у студентів цілісне уявлення про процес моделювання та мотивувати їх до подальшого навчання.

Другий етап (репродуктивний) спрямований на формування базових умінь побудови математичних моделей за наданим алгоритмом. Студенти виконують типові завдання з моделювання, використовуючи готові схеми та зразки.

Процес побудови математичної моделі на цьому етапі подається як послідовність чітко визначених кроків: аналіз об'єкта моделювання, виділення суттєвих характеристик, вибір типу моделі, складання математичних співвідношень, верифікація моделі [1, 4]. Важливою особливістю цього етапу є робота з достатньо формалізованими задачами, де етап переходу від



змістовної постановки до математичної моделі не викликає суттєвих труднощів.

Третій етап (продуктивний) передбачає самостійну побудову математичних моделей для нетипових задач з використанням різних методів. На цьому етапі студенти вчаться обирати оптимальний метод моделювання залежно від характеристик досліджуваного об'єкта та мети дослідження.

Ключовою особливістю є робота з прикладними задачами міждисциплінарного характеру, які потребують інтеграції знань з математики та відповідної предметної галузі. Таке поєднання сприяє глибшому усвідомленню практичної цінності методів моделювання.

Четвертий етап (творчий) характеризується здатністю студентів до самостійної постановки задач моделювання та їх комплексного розв'язання. На цьому етапі реалізується проєктний підхід до навчання, коли студенти виконують дослідницькі проєкти з моделювання реальних систем і процесів. Творчий рівень передбачає здатність будувати оригінальні моделі, модифікувати існуючі моделі відповідно до нових умов, критично оцінювати та порівнювати різні підходи до моделювання одного й того ж об'єкта.

Дидактичні умови ефективного формування компетентності. На основі аналізу теоретичних джерел та власного педагогічного досвіду представимо визначені **дидактичні умови**, дотримання яких забезпечує ефективність формування компетентності математичного моделювання.

Першою умовою є застосування проблемно-орієнтованого підходу до навчання, який передбачає організацію навчального процесу навколо розв'язання реальних проблем, що потребують застосування методів моделювання. Такий підхід сприяє формуванню мотивації студентів та забезпечує усвідомлення практичної значущості набутих знань і умінь.

Другою дидактичною умовою є використання системи прикладних задач міждисциплінарного характеру. Математична модель має важливе значення для таких наук, як економіка, екологія, соціологія, фізика, хімія, механіка, біологія. Відповідно, задачі з математичного моделювання мають охоплювати різноманітні предметні галузі та демонструвати універсальність методів моделювання. При цьому важливо забезпечити поступове ускладнення задач від типових до нестандартних, що відповідає логіці поетапного формування умінь.

Третя дидактична умова передбачає інтеграцію аналітичних та чисельних методів у процесі навчання математичного моделювання. Математичне комп'ютерне моделювання стало головним засобом дослідження складних процесів і систем, тому студенти мають опанувати як класичні аналітичні методи, так і сучасні чисельні методи з використанням



комп'ютерних технологій [12]. Така інтеграція дозволяє досліджувати моделі, для яких аналітичні розв'язки неможливі або занадто складні.

Четвертою дидактичною умовою є організація рефлексивної діяльності студентів на всіх етапах процесу моделювання. Ця умова передбачає систематичний аналіз власної діяльності, обговорення отриманих результатів, виявлення та аналіз помилок. Важливим засобом організації рефлексії є колективне обговорення результатів моделювання, коли студенти презентують свої моделі та обґрунтовують прийняті рішення. Така практика сприяє розвитку критичного мислення та формуванню здатності до аргументованого захисту власної позиції.

Критерії та показники сформованості компетентності. Для оцінювання сформованості компетентності математичного моделювання представимо розроблену систему критеріїв та показників, які відповідають визначеній структурі компетентності.

Когнітивний критерій характеризує повноту та глибину знань студентів у галузі математичного моделювання. Показниками цього критерію є знання основних понять та принципів моделювання, знання класифікації моделей та їх характеристик, знання конкретних математичних методів побудови та дослідження моделей.

Діяльнісний критерій відображає рівень сформованості умінь практичного застосування методів моделювання. Показниками цього критерію є вміння формалізувати задачу та визначати тип моделі, вміння будувати математичну модель відповідно до обраного методу, вміння досліджувати модель аналітичними та чисельними методами, вміння інтерпретувати результати моделювання в термінах предметної галузі. Метою вивчення дисципліни є формування у студентів здатності самостійно застосовувати математичні знання та проводити математичний аналіз прикладних задач.

Рефлексивний критерій характеризує здатність студента до критичного аналізу власної моделювальної діяльності. Показниками цього критерію є здатність оцінювати адекватність побудованої моделі, здатність виявляти та аналізувати помилки, здатність обґрунтовувати прийняті рішення та порівнювати альтернативні підходи до моделювання.

На основі визначених критеріїв виділено *три рівні сформованості компетентності математичного моделювання*: початковий, достатній та високий, які відповідають етапам формування умінь та характеризуються різним ступенем самостійності і творчості у моделювальній діяльності.

Характеристика рівнів сформованості компетентності математичного моделювання. На основі визначених критеріїв та показників виділимо *три рівні сформованості компетентності* математичного моделювання: початковий, достатній та високий. Кожен рівень характеризується



специфічними проявами за всіма трьома критеріями та відповідає певному етапу формування умінь, що дозволяє здійснювати диференційоване оцінювання навчальних досягнень студентів та коригувати освітній процес відповідно до виявлених прогалин.

Початковий рівень сформованості компетентності математичного моделювання відповідає завершенню ознайомлювального та репродуктивного етапів навчання. За когнітивним критерієм студент на цьому рівні володіє базовими знаннями основних понять математичного моделювання, може відтворити визначення моделі, назвати основні типи моделей та етапи процесу моделювання, проте ці знання мають переважно формальний характер і не завжди усвідомлюються в контексті практичного застосування. За діяльнісним критерієм студент здатний будувати математичні моделі лише за наданим алгоритмом та зразком, при цьому потребує значної допомоги викладача на етапі формалізації задачі та інтерпретації результатів. За рефлексивним критерієм студент може виявити очевидні помилки у побудованій моделі за підказкою викладача, проте самостійний критичний аналіз власної діяльності викликає суттєві труднощі.

Достатній рівень сформованості компетентності математичного моделювання відповідає завершенню продуктивного етапу навчання та характеризується здатністю студента до самостійної моделювальної діяльності у типових ситуаціях. За когнітивним критерієм студент демонструє системні знання методів математичного моделювання, розуміє взаємозв'язки між різними типами моделей, може обґрунтувати вибір методу моделювання для конкретного класу задач. За діяльнісним критерієм студент самостійно будує математичні моделі для типових задач, обирає адекватні методи дослідження моделі, коректно інтерпретує отримані результати в термінах предметної галузі. При цьому нетипові задачі або задачі з неповними вихідними даними можуть викликати певні труднощі. За рефлексивним критерієм студент здатний самостійно оцінювати адекватність побудованої моделі, виявляти та виправляти помилки, порівнювати результати моделювання з експериментальними даними та робити висновки щодо необхідності уточнення моделі.

Високий рівень сформованості компетентності математичного моделювання відповідає завершенню творчого етапу навчання та характеризується здатністю студента до самостійної постановки та розв'язання нестандартних задач моделювання. За когнітивним критерієм студент володіє глибокими систематизованими знаннями широкого спектру методів математичного моделювання, розуміє їх можливості та обмеження, здатний інтегрувати знання з різних розділів математики для побудови комплексних моделей. За діяльнісним критерієм студент самостійно формулює задачі



моделювання на основі аналізу реальних проблем, будує оригінальні моделі, творчо застосовує та модифікує відомі методи, обґрунтовано обирає між альтернативними підходами до моделювання одного й того ж об'єкта. За рефлексивним критерієм студент демонструє розвинену здатність до критичного аналізу як власної діяльності, так і результатів інших дослідників, може аргументовано оцінювати переваги та недоліки різних моделей, формулювати рекомендації щодо їх удосконалення та визначати перспективні напрями подальших досліджень.

Практична реалізація діагностики рівнів сформованості компетентності математичного моделювання здійснюється через **комплекс оцінювальних заходів**, що включає теоретичне тестування для перевірки когнітивного компонента, практичні завдання різного рівня складності для оцінювання діяльнісного компонента та захист індивідуальних проєктів з обов'язковою рефлексивною складовою. Результати діагностики дозволяють не лише констатувати досягнутий рівень, а й визначити індивідуальну траєкторію подальшого розвитку компетентності кожного студента, що забезпечує реалізацію особистісно орієнтованого підходу до навчання математичного моделювання.

Висновки. Проведене дослідження дозволило обґрунтувати методичні засади формування компетентності математичного моделювання у студентів закладів вищої освіти та розробити цілісну методичну систему, яка охоплює всі етапи навчального процесу – від визначення цілей до діагностики результатів. Визначено структуру компетентності математичного моделювання, яка охоплює когнітивний, операційно-діяльнісний та рефлексивний компоненти, що дозволяє комплексно підходити до формування готовності студентів до моделювальної діяльності.

Розроблено методичну систему поетапного формування умінь математичного моделювання, яка передбачає послідовний перехід від репродуктивного до творчого рівня моделювальної діяльності через чотири етапи: ознайомлювальний, репродуктивний, продуктивний та творчий.

Обґрунтовано дидактичні умови ефективного формування компетентності, які включають застосування проблемно-орієнтованого підходу, використання системи прикладних задач міждисциплінарного характеру, інтеграцію аналітичних та чисельних методів, організацію рефлексивної діяльності студентів.

Розроблено систему критеріїв (когнітивний, діяльнісний, рефлексивний) та здійснено детальну характеристику трьох рівнів сформованості компетентності математичного моделювання – початкового, достатнього та високого. Для кожного рівня визначено конкретні прояви за всіма критеріями, що дозволяє здійснювати об'єктивне діагностування навчальних



досягнень студентів та забезпечує основу для реалізації особистісно орієнтованого підходу до навчання.

Перспективи подальших досліджень пов'язані з експериментальною перевіркою ефективності розробленої методичної системи на різних вибірках студентів, розробкою діагностичного інструментарію для оцінювання рівнів сформованості компетентності, а також з адаптацією методики до специфіки підготовки фахівців різних спеціальностей та рівнів вищої освіти.

Література:

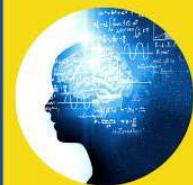
1. Гавриш П. А., Васильєва Л. В. Математичне моделювання систем і процесів: навч. посіб. Краматорськ : Донбаська держ. машинобудівна академія, 2007. 100 с.
2. Катеринюк Г.Д. Формування умінь математичного моделювання в учнів профільної школи: дис. ... докт. філософії за спеціальністю 014 – Середня освіта (Математика). Вінниця: Вінницький державний педагогічний університет Михайла Коцюбинського, 2020. 260 с.
3. Королюк О. М., Ленчук І. Г., Михайленко В. В., Мосіюк О.О., Прус А. В., Сверчевська І. А., Фонарюк О.В., Чемерис О.А. Освітні тренди та традиції у навчанні математики: монографія. Житомир: ПП «Рута», 2024. 292 с.
4. Комп'ютерне моделювання систем та процесів. Методи обчислень. Ч. 1 : навч. посіб. / Кветний Р. Н., Богач І. В., Бойко О. Р., Софіна О. Ю., Шушура О.М.; за заг. ред. Р.Н. Кветного. Вінниця: ВНТУ, 2012. 193 с.
5. Слєпкань З. І. Методика навчання математики: підручник. Київ: Вища школа, 2006. 582 с.
6. Горчакова І. Роль і місце моделювання та наочності у формуванні евристичної діяльності учнів. Математика в школі. 2002. № 1. С. 36–39.
7. Magana A. J., Brophy S. P., Bodner G. M. Instructors' intended learning outcomes for using computational simulations as learning tools. Journal of Engineering Education. 2012, № 101(2). P. 220–243.
8. Бевз, Г. П. Методика викладання математики: навч. посібник. Київ: Вища школа, 1989. 367 с.
9. Леонтьєва В. В., Кондрат'єва Н. О., Єлховська Я. А. Ідентифікованість за станом динамічної системи з гіроскопічною структурою при дії дисипативних сил та сил радіальної корекції з урахуванням певного нелінійного змішаного виду зовнішніх збурень. Вісник Запорізького національного університету: збірник наукових статей. Фізико-математичні науки. 2020. № 1. С. 46-54.
10. Леонтьєва В.В., Кондрат'єва Н.О., Єременко А.О. Дослідження структурної властивості керованості за виходом динамічної системи з гіроскопічною структурою у разі дії дисипативних сил та сил радіальної корекції з урахуванням певного нелінійного змішаного виду зовнішніх збурень. Computer Science and Applied Mathematics. 2022. № 2. С. 5-17.
11. Topalov, A., Kondratenko, Y., Leontieva, V., & Kondratieva, N. Simulation Modeling of the Hall Electromagnetic Transducer for Measuring the Thickness of a Ferromagnetic Film. Eds : L. David, Y. Kondratenko, V. Vychuzhanin, H. Yin, N. Rudnichenko. Information Control Systems and Technologies : 13th International Scientific and Practical Conference (ICST 2025). CEUR Workshop Proceedings, 24–26 Sept. 2025. Odesa, vol. 4048, pp. 385–396.



12. Шебаніна О.В., Могильницька А.М., Клочан В.П., Клочан І.В., Тищенко С. І., Хилько І. І., Крайній В.О. Математичне моделювання технічних і технологічних процесів на ПЕОМ: конспект лекцій. Миколаїв: Миколаївський національний аграрний університет, 2020. 105 с.

References:

1. Havrysh, P.A., Vasylieva, L.V. (2007). Matematychnе modeliuвання system i protsesiv: navch. posib. [Mathematical Modeling of Systems and Processes: tutorial]. Kramatorsk: Donbaska derzh. mashynobudivna akademiia, 100 p. [in Ukrainian].
2. Kateryniuk, H.D. (2020). Formuvannya umin matematychnoho modeliuвання v uchniv profilnoi shkoly [Formation of Mathematical Modeling Skills in Specialized School Students]: dys. ... dokt. filosofii za spetsialnistiu 014 – Serednia osvita (Matematyka). Vinnytsia: Vinnytskyi derzhavnyi pedahohichnyi universytet Mykhaila Kotsiubynskoho, 260 p. [in Ukrainian].
3. Koroliuk, O.M., Lenchuk, I.H., Mykhailenko, V.V., Mosiuk, O.O., Prus, A.V., Sverchevska, I.A., Fonariuk, O.V., Chemerys, O.A. (2024). Osvitni trendy ta tradytsii u navchanni matematyky: monohrafiia [Educational Trends and Traditions in Mathematics Teaching: monograph]. Zhytomyr: PP «Ruta», 292 p. [in Ukrainian].
4. Kvietnyi, R.N., Bohach, I.V., Boiko, O.R., Sofyna, O.Yu., Shushura, O.M. (2012). Kompiuterne modeliuвання system ta protsesiv. Metody obchyslen. Ch. 1: navch. posib. [Computer Modeling of Systems and Processes. Computational Methods. Part 1: tutorial]. Vinnytsia: VNTU, 193 p. [in Ukrainian].
5. Slipekan, Z.I. (2006). Metodyka navchання matematyky: pidruchnyk [Methods of Teaching Mathematics: textbook]. Kyiv: Vyshcha shkola, 582 p. [in Ukrainian].
6. Horchakova, I. (2002). Rol i mistse modeliuвання ta naочnosti u formuvanni evrystychnoi diialnosti uchniv [The Role and Place of Modeling and Visualization in Formation of Students' Heuristic Activity]. Matematyka v shkoli – Mathematics at School, 1, 36-39 [in Ukrainian].
7. Magana, A.J., Brophy, S.P., Bodner, G.M. (2012). Instructors' intended learning outcomes for using computational simulations as learning tools. Journal of Engineering Education, 101(2), 220-243.
8. Bevz, H.P. (1989). Metodyka vykladання matematyky: navch. posibnyk [Methods of Teaching Mathematics: tutorial]. Kyiv: Vyshcha shkola, 367 p. [in Ukrainian].
9. Leontieva, V.V., Kondratieva, N.O., Yelkhovska, Ya.A. (2020). Identyfikovanist za stanom dynamichnoi systemy z hiroskopichnoi strukturoiu pry dii dysypatyvnykh syl ta syl radialnoi korektsii z urakhuvanniam pevnoho neliniinoho zmishanoho vydu zovnishnikh zburen [State Identifiability of a Dynamic System with Gyroscopic Structure under the Action of Dissipative Forces and Radial Correction Forces Taking into Account a Certain Nonlinear Mixed Type of External Disturbances]. Visnyk Zaporizkoho natsionalnogo universytetu: Zbirnyk naukovykh statei. Fyzyko-matematychni nauky – Bulletin of Zaporizhzhia National University: Collection of Scientific Articles. Physical and Mathematical Sciences, 1, 46-54 [in Ukrainian].
10. Leontieva, V.V., Kondratieva, N.O., Yeremenko, A.O. (2022). Doslidzhennia strukturnoi vlastyvyosti kerovanosti za vykhodom dynamichnoi systemy z hiroskopichnoi strukturoiu u razi dii dysypatyvnykh syl ta syl radialnoi korektsii z urakhuvanniam pevnoho neliniinoho zmishanoho vydu zovnishnikh zburen [Investigation of the Structural Property of Output Controllability of a Dynamic System with Gyroscopic Structure in Case of Dissipative



Forces and Radial Correction Forces Taking into Account a Certain Nonlinear Mixed Type of External Disturbances]. Computer Science and Applied Mathematics, 2, 5-17 [in Ukrainian].

11. Topalov, A., Kondratenko, Y., Leontieva, V., Kondratieva, N. (2025). Simulation Modeling of the Hall Electromagnetic Transducer for Measuring the Thickness of a Ferromagnetic Film. In: L. David, Y. Kondratenko, V. Vychuzhanin, H. Yin, N. Rudnichenko (Eds.), Information Control Systems and Technologies: 13th International Scientific and Practical Conference (ICST 2025). CEUR Workshop Proceedings, 4048, 385-396.

12. Shebanina, O.V., Mohylnytska, A.M., Klochan, V.P., Klochan, I.V., Tyshchenko, S.I., Khyliko, I.I., Krainii, V.O. (2020). Matematychnе modeliuvannia tekhnichnykh i tekhnolohichnykh protsesiv na PEOM: Konspekt leksii [Mathematical Modeling of Technical and Technological Processes on Computer: Lecture Notes]. Mykolaiv: Mykolaivskyi natsionalnyi ahrarnyi universytet, 105 p. [in Ukrainian]