

Володимир Загоруйко

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЯК ІНСТРУМЕНТ ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ НАВЧАННЯ ГЕОМЕТРІЇ

Анотація. У статті досліджується, як математичне моделювання разом із сучасними цифровими інструментами (зокрема GeoGebra та Moodle) перетворює вивчення геометрії у вищих навчальних закладах. На основі конкретних експериментів показано, що такі підходи підвищують успішність студентів на 15–20%, розвивають просторове мислення та роблять навчання інтерактивним. Автор пропонує деякі практичні рекомендації з інтеграції цих методів у освітній процес, зокрема для майбутніх педагогів.

Ключові слова: математичне моделювання, геометрія, цифрові технології, навчання геометрії.

Постановка проблеми. Сучасні тенденції цифрової трансформації освіти висувають нові вимоги до організації навчального процесу у закладах вищої освіти, зокрема у галузі математичної підготовки студентів. Однією з найбільш складних для засвоєння є геометрія, особливо в її просторовому аспекті, що потребує високого рівня абстрактного та образного мислення. Традиційні методи викладання часто виявляються недостатніми для формування цілісного розуміння геометричних об'єктів і взаємозв'язків між ними. У зв'язку з цим актуальним є пошук ефективних засобів навчання, які б забезпечували доступність, наочність і міждисциплінарність.

Одним із таких засобів є математичне моделювання, яке у поєднанні з цифровими технологіями відкриває нові можливості для вивчення геометрії. Проте на практиці цей підхід ще не має достатнього ступеня поширення, а його потенціал у підготовці майбутніх фахівців часто залишається недооціненим. Таким чином, постає потреба у ґрунтовному аналізі ролі математичного моделювання як інструменту цифрової трансформації навчання геометрії, а також у розробленні дидактичних підходів до його ефективного впровадження в освітній процес.

Мета. Метою дослідження є обґрунтування доцільності використання математичного моделювання як інструменту цифрової трансформації навчання геометрії у закладах вищої освіти, а також виявлення його потенціалу для

розвитку просторового мислення студентів і підвищення ефективності освітнього процесу.

Виклад основного матеріалу. Математичне моделювання розглядається як метод наукового пізнання, що полягає у створенні формалізованої моделі об'єкта, процесу або явища з метою вивчення його властивостей, поведінки та можливих змін. Як зазначає І. І. Павленко, «математичне моделювання поєднує абстрактне мислення з практичним дослідженням і сприяє більш глибокому засвоєнню навчального матеріалу через наближення його до реальних умов» [1, с. 8].

У контексті математичної освіти, особливо в процесі вивчення геометрії, моделювання дозволяє відтворювати складні просторові ситуації, що часто є недоступними для сприйняття без візуальної підтримки. Традиційні форми викладання геометрії переважно зосереджені на кресленнях і абстрактних доведеннях, які не завжди забезпечують достатній рівень просторового мислення студентів.

Уявімо, що студенти-архітектори мають змоделювати складний перетин двох арок у 3D-просторі. Раніше це вимагало годин креслень і розрахунків. Зараз же в GeoGebra вони змінюють параметри миттєво: обертають модель, досліджують кути, а система автоматично оновлює розрахунки. Це не лише економить час, але й робить навчання схожим на гру.

Таке поєднання математичного моделювання з цифровими технологіями створює передумови для активного навчання, розвитку пізнавальної самостійності та аналітичного мислення. Воно також відповідає компетентнісному підходу в освіті, орієнтованому на формування практичних навичок і здатності до застосування знань у різних ситуаціях.

Сучасний етап розвитку освіти характеризується активним впровадженням цифрових технологій, які відкривають нові можливості для вивчення і засвоєння геометричних понять. Цифрові інструменти виступають не лише як засоби подання інформації, а й як інтерактивне середовище, де

відбувається реалізація математичного моделювання як пізнавального процесу [2, с. 12].

Використання програмних продуктів для динамічної геометрії дозволяє студентам безпосередньо взаємодіяти з геометричними об'єктами, змінювати їхні параметри та спостерігати за наслідками таких змін у режимі реального часу. Такий підхід стимулює активне дослідження, сприяє формуванню просторового уявлення і розвитку логічного мислення, а також робить навчання більш наближеним до реальних умов розв'язання практичних задач [3, с. 69].

Одним із найбільш поширених і доступних цифрових інструментів є програмне забезпечення GeoGebra, воно дозволяє студентам не лише будувати динамічні моделі, а й експериментувати з ними. Наприклад, змінюючи координати точок, вони одразу бачать, як це впливає на фігуру – це формує «відчуття» геометрії, яке неможливо отримати з підручників.

Серед ключових можливостей GeoGebra варто виділити:

- динамічна побудова геометричних фігур з можливістю маніпулювання точками, відрізками, кутами та іншими елементами у реальному часі;
- візуалізація залежностей і функцій, що дозволяє поєднувати геометричні образи з алгебраїчними виразами;
- інтерактивні вправи та модулі для самоконтролю, які сприяють закріпленню теоретичних знань через практичну діяльність;
- побудова графіків і дослідження їх властивостей, що допомагає зрозуміти зв'язок між геометрією і аналітикою;
- можливість експорту результатів роботи у вигляді зображень, презентацій або інтерактивних файлів, що полегшує обмін навчальними матеріалами між викладачем і студентами.

Упровадження математичного моделювання з використанням цифрових технологій у навчання геометрії в закладах вищої освіти має значний практичний потенціал. Застосування інтерактивних моделей сприяє не лише підвищенню якості засвоєння складних геометричних понять, але й розвитку

аналітичного мислення, просторової уяви та навичок самостійної дослідницької діяльності студентів.

Практичне застосування цифрових моделей математичного моделювання в навчанні геометрії доводить свою ефективність у ряді досліджень. Наведемо декілька прикладів, які ілюструють вплив інтерактивних технологій на результати навчання студентів.

У своїй статті Л. В. Пінчук досліджував вплив інтерактивних вправ з перетворень у GeoGebra на розвиток просторового мислення студентів математичних факультетів. Було запропоновано виконати вправу, де студенти повинні були побудувати обертання та симетрію фігури і знайти кут обертання.

Приклад формули, яку використовували студенти для обчислення координат точки після обертання на кут α :

$$\begin{cases} x' = x \cos \alpha - y \sin \alpha, \\ y' = x \sin \alpha + y \cos \alpha. \end{cases}$$

Студенти, що активно використовували програму, показали на 20% кращі результати в тестах на просторове уявлення, що підтверджує користь цифрових моделей [3, с. 71].

Наприклад, в процесі вивчення теми «Властивості кутів у трикутнику» студенти будують трикутники різної конфігурації, змінюючи положення вершин та спостерігаючи, як змінюються внутрішні кути і залежності між ними. Це дозволяє краще зрозуміти властивості геометричних фігур, перевірити теореми та сформулювати навички математичного мислення через практичний досвід.

У дослідженні Н. М. Кравченка проведено експеримент з двома групами студентів: контрольна група навчалася за традиційною методикою, експериментальна – із застосуванням GeoGebra. Результати показали, що середній бал експериментальної групи за підсумковим тестом був на 15% вищий (див. рис. 1) [4, с. 47].

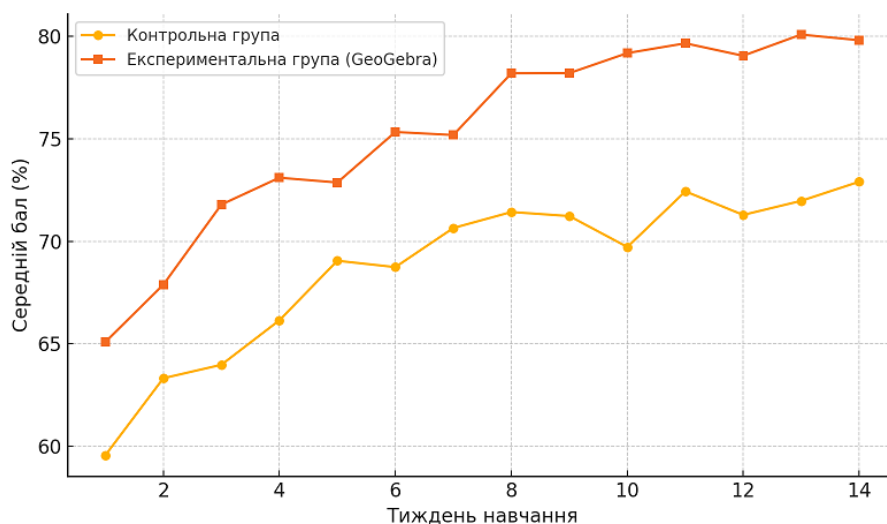


Рис. 1. Динаміка успішності студентів протягом семестру.

Інший приклад дослідження перетворень геометричних фігур коли студенти експериментують із різними типами перетворень (симетрія, обертання, гомотетія), аналізують збереження властивостей фігур та вплив змін на просторову структуру об'єктів. Використання таких моделей сприяє формуванню цілісного уявлення про геометричні явища та їх практичне застосування.

Згідно з дослідженням І. І. Бех використання інтерактивних вправ у системі Moodle із вбудованими моделями GeoGebra дозволяє збільшити середній час, проведений студентами на навчання, і підвищити рівень засвоєння матеріалу. Зокрема, у геометричному розділі середній бал студентів зріс на 12%, а рівень самостійного виконання завдань – на 30% [2, с. 41].

Крім того, створення інтерактивних завдань для самостійної роботи дає можливість студентам закріплювати знання у зручному темпі, повторювати складні теми та готуватися до контрольних робіт і іспитів. Це забезпечує індивідуалізацію навчального процесу та підвищує ефективність засвоєння матеріалу.

Практичні кейси доводять, що використання цифрових технологій, зокрема GeoGebra, під час вивчення геометрії сприяє підвищенню результативності навчання, розвитку критичного та просторового мислення.

Математичне моделювання в інтерактивному середовищі є ефективним інструментом модернізації навчального процесу у закладах вищої освіти.

Висновки. Математичне моделювання – це не просто «технологія», а спосіб зробити геометрію доступною. Як показав наш аналіз, студенти, які використовували GeoGebra, не тільки краще складали іспити, але й частіше обирали курси, пов'язані з геометрією, для подальшого навчання. Це доводить: цифрові інструменти змінюють не лише методику, а й мотивацію.

Список використаних джерел:

1. Павленко І. І. Цифрові технології в освітньому процесі: теорія і практика. Київ: Видавничий дім «Освіта», 2019. 204 с.
2. Бех І. І. Інформаційно-комунікаційні технології в освіті: теорія і практика. Київ: Видавничий центр «Академія», 2020. 256 с.
3. Пінчук Л. В. Використання динамічних моделей у навчанні геометрії. *Педагогіка і психологія*. 2022. № 2. С. 67–74.
4. Кравченко Н. М. Використання цифрових технологій у вивченні математики у вищій школі. *Вісник Національного університету «Львівська політехніка»*. Серія «Математика». 2019. Вип. 35. С. 45–52.

MATHEMATICAL MODELING AS A TOOL FOR THE DIGITAL TRANSFORMATION OF GEOMETRY EDUCATION

Abstract. *The article examines how mathematical modeling, together with modern digital tools (specifically GeoGebra and Moodle), transforms the study of geometry in higher education institutions. Based on specific experiments, it is shown that such approaches improve student performance by 15–20%, develop spatial thinking, and make learning interactive. The author offers practical recommendations for integrating these methods into the educational process, particularly for future educators.*

Keywords: *mathematical modeling, geometry, digital technologies, geometry education.*

Науковий керівник: Любов Тютюн, канд. пед. наук, доцент.