

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УКРАЇНСЬКА АСОЦІАЦІЯ З ПРИКЛАДНОЇ ГЕОМЕТРІЇ
МЕЛІТОПОЛЬСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ БОГДАНА ХМЕЛЬНИЦЬКОГО
МЕЛІТОПОЛЬСЬКА ШКОЛА ПРИКЛАДНОЇ ГЕОМЕТРІЇ



ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ

28 МІЖНАРОДНОЇ
НАУКОВО – ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

**СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ГЕОМЕТРИЧНОГО
МОДЕЛЮВАННЯ**



УКРАЇНА, МЕЛІТОПОЛЬ
02-03 червня 2026 р.

ОРГАНІЗАТОРИ КОНФЕРЕНЦІЇ

Міністерство освіти і науки України

Українська асоціація з прикладної геометрії

Мелітопольський державний педагогічний університет імені Богдана Хмельницького

Мелітопольська школа прикладної геометрії

ПРИЙМАЮЧА ОРГАНІЗАЦІЯ: Мелітопольський державний педагогічний університет імені Богдана Хмельницького

НАУКОВО-ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ:

Голова: Фалько Н.М. – ректор Мелітопольського державного педагогічного університету імені Богдана Хмельницького

Заступник голови: Спірінцев Д.В. – Запоріжжя, Україна

Співголови:

Ванін В.В. – НТУУ «КПІ», Київ, Україна

Плоский В.О. – КНУБА, Київ, Україна

Члени науково-програмного комітету:

Белицький Г. – Беер Шева, Ізраїль;

Боуди В. – Ель-Айн, Оае;

Верещага В.М. – Запоріжжя, Україна;

Гнатушенко В.В. - Дніпропетровськ, Україна;

Залевська О.В. – Київ, Україна;

Ковальов С.М. – Київ, Україна;

Ковальов Ю.М. – Київ, Україна;

Корчинський В.М. – Дніпропетровськ, Україна;

Куценко Л.М. – Харків, Україна;

Kuznetsov Vitalii – Варшава, Польща

Мартин Є.В. – Львів, Україна;

Мартинов В.Л. – Київ, Україна;

Ні Хіугуї – Циндао, КНР;

Joao Patricio – Томар, Португалія;

Пилипака С.Ф. – Київ, Україна;

Протасов Р.В. - Братислава, Словачія;

Сергейчук О.В. – Київ, Україна;

Сердюкова Н.В. – Ла-Хойя, Каліфорнія, США;

Сюй Бэйбэй – Цзинань, КНР;

Тулученко Г.Я. – Херсон, Україна;

Хомченко А.Н. - Миколаїв, Україна;

Черніков О.В. – Харків, Україна;

Шоман О.В. - Харків, Україна.

**02-03 червня 2026 року в Мелітопольському державному педагогічному
університеті імені Богдана Хмельницького проводилася
28 міжнародна науково – практична конференція
«СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ГЕОМЕТРИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ»**

Програма проведення конференції передбачала проведення пленарного засідання (02.06.2026) та роботу 4 секцій (03.06.2026):

Секція 1. ГЕОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЯВИЩ ТА ПРОЦЕСІВ

Керівники секції: 1. Заслужений діяч науки і техніки України, академік
АН ВО України, д.т.н., професор Ванін В.В.
2. Д-р техн. наук, професор Пилипака С.Ф.

Секція 2. ТЕОРЕТИЧНІ ПРОБЛЕМИ ПРИКЛАДНОЇ ГЕОМЕТРІЇ

Керівники секції: 1. Академік АІНУ України, д-р техн. наук, професор
Верещага В.М.
2. Д-р техн. наук, професор Аушева Н.М.

Секція 3. ПІДГОТОВКА НАУКОВИХ І ПЕДАГОГІЧНИХ КАДРІВ

Керівники секції: 1. Д-р. техн. наук, професор Шоман О.В.
2. Канд. пед. наук, доцент Муртазієв Е.Г.

**Секція 4. ТЕХНІЧНИЙ ДИЗАЙН, КОМП'ЮТЕРНА ГРАФІКА ТА
ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ**

Керівники секції: 1. Д-р техн. наук, професор Ковальов Ю.М.
2. Канд. техн. наук, доцент Спірінцев Д.В.



Архіпов О.В., канд. техн. наук,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет (Україна)

МЕТОДИ ПАРАМЕТРИЧНОГО ФОРМОУТВОРЕННЯ НА ОСНОВІ КРУГОВОГО МАСИВУ В CAD-СИСТЕМАХ

Проектування сучасних промислових і побутових виробів характеризується постійним ускладненням конструкцій та зростанням вимог до швидкості розроблення нових виробів. Одним із найбільш ефективних шляхів скорочення термінів проектування та підвищення якості конструкторських рішень є застосування засобів параметричного геометричного моделювання в сучасних CAD-системах. Параметричні тривимірні моделі дозволяють оперативно змінювати геометрію виробу, аналізувати різні варіанти конструктивного виконання та обирати оптимальні рішення з урахуванням технологічних, експлуатаційних і естетичних вимог.

У сучасних системах автоматизованого проектування параметризація найчастіше реалізується шляхом зміни геометричних розмірів елементів моделі, взаємного розташування робочих площин, параметрів твірних контурів та траєкторій формоутворення. Водночас існує широкий клас виробів, геометрія яких значною мірою визначається повторюваними елементами, розташованими за законами осьової або центральної симетрії. До таких об'єктів належать автомобільні диски, декоративні елементи, зубчасті колеса, турбомашини, світильники, архітектурні та дизайнерські конструкції. Для подібних моделей перспективним є використання кругового масиву не лише як інструмента копіювання елементів, а як повноцінного засобу параметричного формоутворення. У роботі досліджено можливості використання кругового масиву як основного інструмента параметризації геометричних моделей у середовищі Autodesk Inventor. Виконано аналіз існуючих підходів до створення параметричних моделей та запропоновано алгоритми формоутворення, у яких геометрія виробу визначається параметрами первісного елемента та кількістю його копій у круговому масиві. Особливістю запропонованого підходу є можливість отримання принципово нових геометричних конфігурацій шляхом зміни обмеженої кількості керуючих параметрів без необхідності перебудови всієї моделі. Для перевірки ефективності розроблених алгоритмів у програмному середовищі Autodesk Inventor створено параметричні ряди машинобудівних деталей, побутових виробів та геометричних орнаментів. Додаткові можливості параметризації забезпечено використанням інструмента Inventor iLogic, який дозволяє задавати логічні правила керування геометрією моделі та автоматизувати процес формування різних варіантів конструктивних рішень.

Отримані результати підтверджують доцільність використання кругового масиву як ефективного засобу параметричного геометричного моделювання. Запропоновані алгоритми можуть бути використані під час проектування машинобудівних і побутових виробів, у діяльності конструкторських та дизайнерських бюро, а також у навчальному процесі підготовки фахівців з комп'ютерного моделювання, інженерної графіки та промислового дизайну.

Буряк В.В.,
Верещага В.М., д-р техн. наук,
Лисенко К.Ю., PhD,
*Мелітопольський державний педагогічний університет імені Богдана
Хмельницького (м. Запоріжжя, Україна)*

ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПІД ЧАС ВИВЧЕННЯ РОЗДІЛУ «ТРИГОНОМЕТРІЯ»

Сучасний розвиток цифрових технологій зумовлює необхідність їх активного впровадження в освітній процес. Особливо актуальним є використання інформаційно-комунікаційних технологій під час вивчення математичних дисциплін, оскільки вони сприяють підвищенню наочності навчання, розвитку пізнавальної активності учнів та формуванню цифрової компетентності. Одним із розділів шкільного курсу математики, у якому використання цифрових засобів є особливо ефективним, є тригонометрія.

Вивчення тригонометричних функцій, їх властивостей та графіків часто викликає труднощі в учнів через значний рівень абстрактності навчального матеріалу. Використання інформаційно-комунікаційних технологій дозволяє забезпечити наочне представлення тригонометричних залежностей та полегшує розуміння взаємозв'язків між аналітичним і графічним способами задання функцій. За допомогою динамічних математичних середовищ учні можуть досліджувати вплив параметрів на форму графіків функцій, аналізувати періодичність, амплітуду та фазові зміщення. Ефективними засобами навчання є програми динамічної математики, електронні освітні ресурси, інтерактивні презентації та онлайн-платформи. Використання таких інструментів сприяє організації дослідницької діяльності учнів, розвитку навичок самостійного пошуку інформації та формуванню вмінь аналізувати отримані результати. Крім того, цифрові технології дозволяють здійснювати оперативний контроль знань і забезпечувати індивідуалізацію навчання. Особливу роль інформаційно-комунікаційні технології відіграють під час розв'язування прикладних задач. Учні мають можливість моделювати процеси, пов'язані з коливаннями, хвильовими явищами, періодичними змінами в природі та техніці, що сприяє усвідомленню практичного значення тригонометрії. Поєднання математичного апарату з комп'ютерним моделюванням дозволяє формувати цілісне уявлення про застосування тригонометричних функцій у різних галузях науки та техніки.

Використання інформаційно-комунікаційних технологій також сприяє підвищенню мотивації до навчання. Інтерактивний характер роботи, можливість візуалізації результатів та залучення учнів до активної пізнавальної діяльності створюють сприятливі умови для формування стійкого інтересу до вивчення математики та розвитку навичок самостійного навчання. Отже, застосування інформаційно-комунікаційних технологій під час вивчення розділу «Тригонометрія» підвищує ефективність навчального процесу, забезпечує наочність подання матеріалу, сприяє розвитку дослідницьких умінь і формуванню цифрової компетентності учнів, що відповідає сучасним вимогам математичної освіти.

Ванін В.В., д-р. техн. наук,

Залевська О.В., канд. техн. наук,

Національний технічний університет України Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського (м. Київ, Україна)

ТОПОЛОГІЧНІ СТРУКТУРИ У СИСТЕМАХ ВІРТУАЛЬНОЇ РЕАЛЬНОСТІ

Сучасні технології віртуальної реальності широко застосовуються в інженерному проєктуванні, медицині, освіті та індустрії розваг. Однією з основних проблем під час створення інтерактивних VR-середовищ є забезпечення високої якості візуалізації складних тривимірних об'єктів у режимі реального часу. Сучасні методи тривимірного сканування, фотограмметрії та генеративного моделювання дозволяють отримувати високоточні цифрові моделі, які можуть містити мільйони полігонів. Безпосереднє використання таких моделей у системах віртуальної реальності призводить до значного зростання обчислювального навантаження та зниження продуктивності графічної системи.

Для підвищення ефективності відображення складних об'єктів доцільним є використання методів топологічної оптимізації геометричних моделей. Одним із перспективних напрямів є застосування адаптивної ретопології, яка забезпечує формування регулярної полігональної структури зі збереженням основних геометричних характеристик поверхні. Такий підхід дозволяє суттєво зменшити кількість полігонів без помітної втрати якості візуального сприйняття об'єкта.

Запропонований підхід базується на розділенні моделі на два взаємопов'язані рівні представлення. Перший рівень формує регулярний чотирикутний каркас, що використовується для анімації та візуалізації об'єкта в режимі реального часу. Другий рівень містить високочастотні геометричні деталі, які передаються за допомогою карт нормалей та інших текстурних засобів відтворення поверхні. Для збереження топологічних характеристик моделі використовується контроль Ейлерової характеристики поверхні та орієнтація полігональної структури вздовж напрямків головних кривизн.

Апробацію підходу виконано на прикладах моделей різного призначення, зокрема анатомічних об'єктів, механічних вузлів та результатів тривимірного сканування людини. Комп'ютерне моделювання показало, що використання топологічно впорядкованих структур дозволяє суттєво скоротити кількість полігонів та забезпечити стабільну частоту кадрів, необхідну для комфортного використання систем віртуальної реальності. Одночасно зберігається достатній рівень геометричної точності та візуальної достовірності цифрових моделей.

Отримані результати підтверджують ефективність застосування топологічних структур як інструмента оптимізації тривимірних моделей у системах віртуальної реальності. Запропонований підхід може бути використаний під час розроблення VR-застосунків, цифрових двійників, медичних симуляторів та інтерактивних навчальних середовищ, де важливим є поєднання високої якості візуалізації та обчислювальної ефективності.

Васецький В.В.,
Верещага В.М., д-р техн. наук,
*Мелітопольський державний педагогічний університет імені Богдана
Хмельницького (м. Запоріжжя, Україна)*

МЕТОД ІНТЕРПОЛЯЦІЇ ДИСКРЕТНО ПРЕДСТАВЛЕНИХ КРИВИХ ДОВІЛЬНОЇ КОНФІГУРАЦІЇ НА ОСНОВІ ОСНОВНИХ ТОТОЖНОСТЕЙ ЗГУЩЕННЯ

Одним із перспективних напрямів розвитку прикладної геометрії є створення методів геометричного моделювання дискретно представлених кривих (ДПК), які забезпечують побудову геометричних образів на основі обмеженої множини дискретних даних. Особливого значення такі методи набувають у задачах автоматизованого проектування, комп'ютерної графіки, цифрової обробки геометричної інформації та моделювання технічних об'єктів. Однією з актуальних задач у цій галузі є розроблення ефективних методів інтерполяції ДПК довільної конфігурації. Інтерполяція ДПК спрямована на відновлення геометричної форми кривої за заданою множиною вузлових точок. На відміну від традиційних методів апроксимації, інтерполяційний підхід передбачає проходження побудованої кривої через всі вихідні точки дискретного каркаса. Це забезпечує високу точність відтворення геометричних характеристик об'єкта та дозволяє використовувати отримані результати в задачах подальшого геометричного аналізу. Запропонований метод ґрунтується на використанні основних тотожностей згущення, які визначають закономірності побудови нових вузлів між сусідніми елементами дискретного каркаса. Використання таких співвідношень дозволяє формувати додаткові точки кривої зі збереженням геометричної структури вихідного образу. У результаті багаторазового застосування процедур згущення відбувається поступове уточнення форми дискретно представленої кривої та наближення її до неперервного геометричного образу. Особливістю методу є можливість роботи з дискретними кривими довільної конфігурації без введення додаткових обмежень щодо форми вихідного каркаса. Це забезпечує універсальність підходу та розширює сферу його практичного застосування. При цьому використання тотожностей згущення дозволяє зберігати локальні геометричні особливості кривої та забезпечує плавність процесу інтерполяції. Для дослідження ефективності запропонованого методу доцільним є застосування комп'ютерного моделювання. Проведення чисельних експериментів дозволяє оцінити точність інтерполяції, проаналізувати поведінку кривої після багаторазового згущення та визначити вплив параметрів алгоритму на якість побудованого геометричного образу. Реалізація методу в сучасних програмних середовищах створює передумови для його використання в системах автоматизованого проектування та геометричного моделювання.

Отже, розроблений метод інтерполяції ДПК довільної конфігурації на основі основних тотожностей згущення забезпечує ефективне відновлення геометричної форми об'єктів та може бути використаний для розв'язання широкого кола задач прикладної геометрії, комп'ютерної графіки та інженерного проектування.

Верещага В.М., д-р.техн. наук,

Лисенко К.Ю., PhD

Спірінцев Д.В., канд. техн. наук,

Мелітопольський державний педагогічний університет імені Богдана Хмельницького (м. Запоріжжя, Україна)

ФОРМУВАННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО БАЗИСУ ОДНОПАРАМЕТРИЧНОГО ТОЧКОВОГО ПОЛІНОМУ ДЛЯ ДИСКРЕТНО ЗАДАНИХ КРИВИХ

У задачах геометричного моделювання важливе місце займає побудова неперервних кривих за дискретно заданими множинами точок. Ефективність такого підходу значною мірою залежить від способу формування функціонального базису, який визначає властивості майбутньої кривої та забезпечує її узгодженість із вихідними геометричними даними. Особливий інтерес становлять однопараметричні точкові поліноми, що дозволяють описувати просторові криві на основі параметричних композиційних моделей.

Однією з ключових складових побудови точкового поліному є формування характеристичних функцій базисних точок. Для кожної точки вихідного дискретного ряду створюється окрема функція, значення якої визначаються положенням параметра вздовж супровідної ламаної лінії. Такий підхід забезпечує можливість формування єдиного функціонального базису, який використовується для побудови неперервної кривої, що проходить через задані точки.

Для побудови характеристичних функцій використано параметричні співвідношення, ґрунтовані на інваріантних властивостях простих відношень трьох точок. Це дозволяє зберігати геометричну узгодженість побудов та забезпечує коректність опису кривих як на площині, так і в просторі. Розглянуто приклади формування характеристичних функцій для кривих, заданих різною кількістю базисних точок, а також проаналізовано їх поведінку в межах області зміни параметра.

У результаті дослідження отримано узагальнені залежності для формування характеристичних функцій довільної кількості базисних точок. Запропоновані вирази можуть бути використані для побудови однорозмірних параметричних композиційних матриць та подальшого формування точкових поліномів. Особливу увагу приділено усуненню невизначеностей, які можуть виникати під час обчислень, що забезпечує стійкість алгоритму та можливість його практичної реалізації в системах комп'ютерного геометричного моделювання.

Отримані результати можуть бути використані при створенні математичних моделей дискретно представлених кривих, розробленні алгоритмів інтерполяції та апроксимації геометричних об'єктів, а також у задачах комп'ютерної графіки, прикладної геометрії та автоматизованого проектування. Запропонований підхід створює основу для подальшого розвитку методів побудови композиційних кривих і поверхонь на базі дискретних геометричних даних.

Вірченко Г.А., д-р. техн. наук,
Яблонський П.М., д-р. техн. наук,
Воробйов О.М., PhD

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (м. Київ, Україна)

КОМП'ЮТЕРНЕ ГЕОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ДИСКОВИХ СФЕРИЧНИХ ПІДГОРТАЧІВ

Розглянуто деякі питання комп'ютерного геометричного моделювання таких сільськогосподарських ґрунтообробних знарядь, як дискові сферичні підгортачі. Актуальність зазначеної тематики обумовлена наступними фактами. У нинішній складний воєнний час провідною галуззю економіки нашої держави є аграрний сектор. Тому подальше вдосконалення відповідних технічних засобів становить важливу науково-прикладну проблему.

Відомо, що комп'ютерне моделювання, взагалі та геометричне зокрема, дозволяє ефективно досягати потрібних результатів, суттєво зменшувати необхідність проведення дорогих натурних експериментів. Це обумовлює його теперішній стрімкий розвиток. Мається на увазі розробляння нових моделей, способів, прийомів та алгоритмів.

Один із таких підходів становить методологія структурно-параметричного формоутворення, запропонована науковою школою прикладної геометрії Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського».

Для ілюстрації отриманих результатів було обрано варіантний аналіз концептуальної конструкції дискового сферичного підгортача на стадії ескізного проєктування.

Опрацьовано питання кількості одночасно оброблюваних рядків, регулювання відстані між ними, тобто ширини міжрядь, глибини обробітку, застосовуваних діаметрів дисків, радіусів їх сферичних поверхонь, кутів позиціонування відносно напрямку руху знаряддя.

Для утворюваної дисковими сферичними підгортачами борозни представлено математичний апарат дефініції можливої геометрії її профілів, розрахунку їх площ. Подано відповідні приклади належного керування вказаними параметрами та характеристиками.

Описано прийоми гнучкої адаптації проєктованих підгортачів до наявних аграрних виробничих умов. Окреслено деякі перспективні напрямки проведення подальших наукових досліджень із висвітленої тематики.

Воліна Т.М., д-р. техн. наук,

Бабка В.М., канд. техн. наук,

Національний університет біоресурсів і природокористування України (м. Київ, Україна)

Ребрій А.М.,

Сумський національний аграрний університет (м. Суми, Україна)

Захарова І.О., канд. пед. наук,

Сумський педагогічний університет (м. Суми, Україна)

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ КОВЗАННЯ ЧАСТИНКИ ПО ПОВЕРХНІ ВЕРТИКАЛЬНОГО ГЕЛІКОЇДА, ЩО ОБЕРТАЄТЬСЯ НАВКОЛО ВЛАСНОЇ ОСІ

Гвинтові поверхні широко застосовуються в технічних пристроях для переміщення сипких, зернових та інших технологічних матеріалів. Найбільш поширеним прикладом таких поверхонь є шнекові робочі органи, у яких використовуються закриті прямі гелікоїди. Водночас у технічних системах можуть застосовуватися й відкриті гелікоїдальні поверхні, що зумовлює необхідність побудови узагальнених математичних моделей руху частинок по таких поверхнях. Актуальність дослідження пов'язана з потребою прогнозування траєкторій руху частинок, оцінювання швидкості їх переміщення та визначення впливу конструктивних параметрів гвинтової поверхні на кінематичні характеристики процесу.

Метою роботи є побудова математичної моделі ковзання частинки по поверхні вертикального прямого гелікоїда, який обертається навколо власної осі, з урахуванням можливості опису як відкритих, так і закритих гелікоїдальних поверхонь. Такий підхід дозволяє розглядати різні конструктивні варіанти гвинтових робочих органів у межах єдиної розрахункової схеми та порівнювати характер руху частинки залежно від параметрів поверхні.

Математична модель ґрунтується на параметричному описі поверхні прямого гелікоїда та враховує дію сил, що визначають ковзання частинки по рухомій поверхні. Отримані диференціальні рівняння другого порядку описують зміну положення частинки у часі та дають змогу визначати її траєкторію, швидкість і напрям переміщення. Залежно від вибору конструктивних параметрів модель може описувати рух по закритому гелікоїду, відкритому гелікоїду або частковий випадок руху по горизонтальному диску, що обертається. Окремо розглянуто випадок нерухомих гелікоїдів. У цьому разі частинка починає рухатися вниз по поверхні, поступово віддаляючись від осі гелікоїда, а з часом її рух припиняється. Це підтверджує суттєвий вплив обертання поверхні на характер переміщення частинки та можливість використання обертальних гелікоїдальних поверхонь для транспортування матеріалу у вертикальному напрямі.

Отримані результати можуть бути використані під час проєктування гвинтових транспортувальних пристроїв, сільськогосподарських машин та інших технічних систем, у яких рух частинок відбувається по гвинтових поверхнях. Запропонована узагальнена модель створює основу для подальшого дослідження впливу тертя, обмежувальних поверхонь, швидкості обертання та геометричних параметрів гелікоїда на ефективність процесу транспортування.

Волкова Д.О.,
Спірінцев Д.В., канд.техн.наук,
*Мелітопольський державний педагогічний університет імені Богдана
Хмельницького (м. Запоріжжя, Україна)*

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЯК ЗАСІБ РОЗВИТКУ КРИТИЧНОГО МИСЛЕННЯ СТАРШОКЛАСНИКІВ

Сучасний етап розвитку освіти характеризується зростанням ролі компетентнісного підходу, який передбачає формування в учнів здатності самостійно здобувати знання, аналізувати інформацію та приймати обґрунтовані рішення. Одним із ключових завдань математичної освіти є розвиток критичного мислення, що забезпечує готовність учнів до розв'язування складних практичних і професійних проблем. Ефективним засобом реалізації цього завдання виступає математичне моделювання.

Математичне моделювання є процесом дослідження реальних об'єктів, явищ або процесів шляхом побудови їх математичних моделей. У ході моделювання учні виконують послідовність дій: аналізують умову задачі, визначають суттєві характеристики об'єкта дослідження, формують припущення, встановлюють взаємозв'язки між величинами, обирають математичний апарат для опису процесу та оцінюють адекватність отриманих результатів. Така діяльність сприяє формуванню навичок аналізу, синтезу, порівняння, узагальнення та аргументованого оцінювання інформації.

Особливе значення для розвитку критичного мислення мають практико-орієнтовані задачі. Під час їх розв'язування учні не лише виконують математичні обчислення, а й оцінюють достовірність вихідних даних, аналізують доцільність використання різних методів розв'язання та інтерпретують результати з урахуванням реальних умов. Наприклад, задачі, пов'язані з економічними розрахунками, екологічними дослідженнями або технічними процесами, дозволяють продемонструвати практичну значущість математичних знань і сприяють розвитку дослідницьких умінь.

Важливу роль у процесі математичного моделювання відіграють сучасні цифрові технології. Використання систем комп'ютерної математики, електронних таблиць, програм динамічної математики та спеціалізованих середовищ моделювання дає можливість швидко виконувати обчислення, візуалізувати результати досліджень і здійснювати перевірку висунутих гіпотез. Це підвищує ефективність навчання та стимулює пізнавальну активність учнів.

Отже, математичне моделювання є дієвим засобом розвитку критичного мислення старшокласників. Воно забезпечує поєднання теоретичних знань із практичною діяльністю, формує навички дослідницької роботи, сприяє розвитку самостійності та підготовці учнів до розв'язування реальних проблем у майбутній професійній діяльності.

Воронцов О.В., канд. техн. наук,

*Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»
(м. Полтава, Україна).*

Воронцова І.В., канд. пед. наук,

*Полтавський коледж нафти і газу Національного університету «Полтавська
політехніка імені Юрія Кондратюка» (м. Полтава, Україна).*

РЕКУРЕНТНІ СПІВВІДНОШЕННЯ СУПЕРПОЗИЦІЙ ТРЬОХ ТОЧОК У ЗАДАЧАХ ФОРМУВАННЯ ДВОВИМІРНИХ ДИСКРЕТНИХ КАРКАСІВ

Координатний опис довільної точки двовимірної множини може бути отриманий шляхом суперпозиції координат трьох її точок із урахуванням рекурентної залежності.

Метою даної роботи є методика визначення коефіцієнтів суперпозиції на заданих планах двовимірних точкових множин для дискретного формування двовимірних каркасів суперпозиціями за рекурентними умовами.

Дослідження спрямоване на подальший розвиток методів моделювання дискретних геометричних образів із застосуванням класичного методу кінцевих різниць, статико-геометричного підходу та геометричного апарату суперпозицій.

Основою запропонованого дослідження стали попередні результати авторів, присвячені виявленню закономірностей зміни коефіцієнтів суперпозиції трьох вузлових точок поліноміальних функцій у межах обраних розрахункових схем.

У роботі досліджено процес формування дискретних каркасів двовимірних геометричних образів за відомою величиною рекурентної залежності, із заданим рівномірним кроком у плані.

У результаті одержані рекурентні формули визначення величин коефіцієнтів суперпозиції трьох вузлових точок заданого плану каркаса дискретного геометричного образу. При умові фіксованих значень показників суперпозиції можуть бути сформовані різні дискретні каркаси на основі будь-якої розрахункової схеми.

Проведене дослідження формує узагальнений підхід до встановлення закономірностей зміни коефіцієнтів суперпозиції, що можуть бути використані для обчислення аплікату довільної кількості точок під час моделювання довільних двовимірних точкових множин.

Практичне значення отриманих результатів полягає у можливості застосування запропонованого підходу в задачах комп'ютерного геометричного моделювання та автоматизованого проєктування. Використання рекурентних співвідношень для визначення коефіцієнтів суперпозиції спрощує формування дискретних каркасів геометричних образів і підвищує ефективність обчислень. Подальші дослідження доцільно спрямувати на поширення запропонованого підходу на тривимірні точкові множини та побудову дискретних поверхонь.

Геращенко А. Ю., аспірант

*Мелітопольський державний педагогічний університет імені Богдана
Хмельницького (м. Запоріжжя, Україна)*

СИНТЕЗ СИСТЕМ СТАБІЛІЗАЦІЇ ПОТУЖНОСТІ РІЗАННЯ НА ОСНОВІ ДРОБОВО-ІНТЕГРАЛЬНИХ РЕГУЛЯТОРІВ

Підвищення продуктивності та точності процесів механічної обробки є одним із пріоритетних напрямів розвитку сучасного машинобудування. Значний вплив на якість обробки деталей, ресурс різального інструменту та енергетичну ефективність обладнання має стабільність потужності різання під час роботи верстата. У зв'язку з цим актуальним є розроблення систем автоматичного керування, здатних підтримувати задані режими різання за наявності змінних навантажень і зовнішніх збурень.

Одним із перспективних напрямів удосконалення систем керування є використання регуляторів дробового порядку. Такі регулятори забезпечують ширші можливості налаштування динамічних властивостей системи порівняно з класичними PID-регуляторами та дозволяють підвищити точність стабілізації технологічних параметрів. Особливий інтерес становлять системи з дробовим порядком астатизму, які забезпечують ефективне придушення похибок при зміні навантаження та сигналу завдання.

У роботі розглянуто підхід до синтезу замкнених систем стабілізації потужності різання на основі дробово-інтегральних регуляторів. Для визначення оптимальних параметрів використано критерій якості, орієнтований на забезпечення високої швидкодії при одночасному обмеженні перерегулювання. Пошук параметрів регулятора виконано із застосуванням генетичних алгоритмів, що дозволило здійснювати глобальну оптимізацію параметрів системи та уникнути локальних екстремумів, характерних для традиційних методів налаштування.

На основі математичного моделювання досліджено динамічні режими роботи системи при зміні навантаження та під час пускових процесів. Отримані результати показали, що використання дробово-інтегральних регуляторів дозволяє істотно зменшити відхилення потужності різання та скоротити тривалість перехідних процесів. Встановлено, що підвищення порядку астатизму сприяє зменшенню швидкісної похибки та покращенню якості регулювання, хоча супроводжується певним ускладненням структури системи керування.

Проведений аналіз дозволив визначити раціональні значення параметрів регулятора для забезпечення компромісу між точністю стабілізації та складністю реалізації системи. Запропонований підхід може бути використаний під час проєктування сучасних систем автоматичного керування металорізальними верстатами, роботизованими виробничими комплексами та іншими технологічними установками, де важливими є висока швидкодія, точність і стійкість роботи. Використання методів дробового керування створює передумови для подальшого підвищення ефективності процесів механічної обробки та автоматизації виробництва.

Головіна Т.М.,
 Адоньєв Є.О., д-р техн. наук,
 Бурцева О.Г., канд. пед.наук,
*Мелітопольський державний педагогічний університет імені Богдана
 Хмельницького (м. Запоріжжя, Україна)*

ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНІ ЗАДАЧІ ЯК ЗАСІБ РОЗВИТКУ КРИТИЧНОГО МИСЛЕННЯ УЧНІВ

Одним із пріоритетних завдань сучасної освіти є формування критичного мислення учнів, яке забезпечує здатність аналізувати інформацію, оцінювати різні підходи до розв'язання проблем, аргументовано відстоювати власну позицію та приймати обґрунтовані рішення. Важливу роль у розвитку таких умінь відіграє навчання математики та фізики, оскільки саме ці дисципліни формують логічне мислення, навички аналізу та здатність встановлювати причинно-наслідкові зв'язки.

Ефективним засобом розвитку критичного мислення є використання фізико-математичних задач, які поєднують математичний апарат із реальними фізичними процесами та явищами. Під час розв'язування таких задач учні аналізують умову, виділяють суттєві характеристики об'єкта дослідження, встановлюють взаємозв'язки між величинами та обирають оптимальні способи отримання результату. Це сприяє розвитку навичок логічного аналізу, узагальнення та аргументації.

Особливу цінність мають задачі дослідницького характеру, які допускають кілька способів розв'язання або потребують самостійного вибору моделі дослідження. Робота з такими завданнями формує в учнів уміння критично оцінювати отримані результати, перевіряти правильність розрахунків і зіставляти теоретичні висновки з практичними даними. При цьому важливим є не лише отримання правильної відповіді, а й обґрунтування способу розв'язання та аналіз можливих альтернативних підходів.

Використання фізико-математичних задач сприяє реалізації міжпредметних зв'язків між математикою та фізикою. Учні отримують можливість застосовувати математичні знання для пояснення фізичних явищ, аналізу експериментальних даних та побудови моделей реальних процесів. Такий підхід підвищує практичну спрямованість навчання та формує цілісне уявлення про взаємозв'язок наукових знань. Суттєві можливості для розвитку критичного мислення створює використання цифрових технологій. Системи комп'ютерної математики, електронні таблиці та засоби комп'ютерного моделювання дозволяють досліджувати різні варіанти розв'язання задач, аналізувати вплив параметрів на результат і візуалізувати отримані дані. Це сприяє розвитку дослідницьких умінь та формуванню навичок самостійного пізнання.

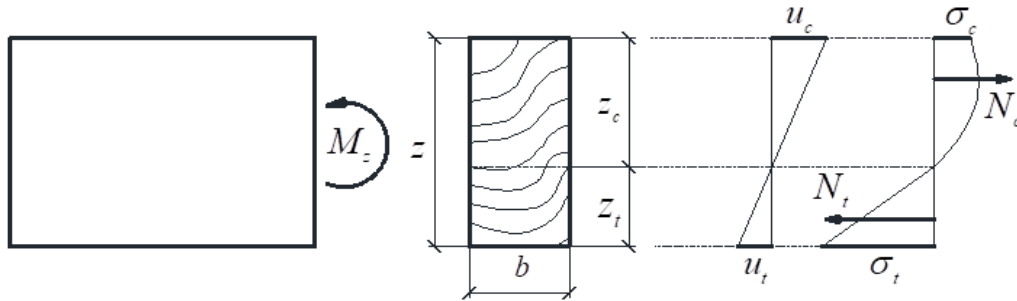
Отже, фізико-математичні задачі є ефективним засобом розвитку критичного мислення учнів. Їх використання забезпечує поєднання теоретичних знань із практичною діяльністю, сприяє формуванню дослідницьких компетентностей та підготовці учнів до розв'язування складних проблем у навчальній і майбутній професійній діяльності.

Гомон Св.Св., д-р техн. наук,
 Чапюк О.С., канд. техн. наук,
 Свиридчук О.Б., аспірант
 Кратюк О.М., аспірант
 Суворов О.М., аспірант

Луцький національний технічний університет (м. Луцьк, Україна)

ВПЛИВ ВОЛОГОСТІ ТА ВІКУ НА ОСОБЛИВОСТІ МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ ЗГИНАЛЬНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ПРЯМОКУТНОГО ПЕРЕРІЗУ НА ОСНОВІ ДЕРЕВИНИ

Внутрішні зусилля у поперечному перерізі згинального елемента прямокутної форми визначатимемо за допомогою функцій внутрішніх зусиль. Оскільки функція ширини по висоті перерізу залишається сталою $f_b(z) = b = \text{const}$, формуємо розрахунковий переріз, наведений на рис.



Максимальне значення, яке може сприйняти поперечний переріз згинального дерев'яного елемента, прийнято визначати з графіка «момент-кривина». Такий графік будується на основі системи двох рівнянь:

$$\begin{cases} \frac{u_c}{u_c + u_t} \sum_{i=1}^4 \frac{w_i}{i+1} \cdot \frac{u_c^i}{u_{c,0}^{i-1}} - \frac{u_t}{u_c + u_t} \cdot \frac{E \cdot u_t}{2} = 0 \\ \frac{M_z}{bz^2} = \left(\frac{u_c}{u_c + u_t} \right)^2 \cdot \sum_{i=1}^4 \frac{w_i}{i+2} \cdot \frac{u_c^i}{u_{c,0,d}^{i-1}} + \left(\frac{u_t}{u_c + u_t} \right)^2 \cdot \frac{E \cdot u_t}{3} \end{cases}$$

Проведене моделювання роботи дерев'яних елементів з урахуванням впливу вологості та віку на основі діаграм стану «момент – кривина» дозволило встановити закономірності зміни міцнісних і деформаційних характеристик деревини. Показано, що для дерев'яних елементів прямокутного поперечного перерізу можливе використання спрощених діаграм залежності кривини від згинального моменту без суттєвої втрати точності розрахунків. Встановлено, що незалежно від геометричних розмірів перерізу для кожної породи деревини існує характерна точка на діаграмі «момент – кривина», яка відповідає максимальному згинальному моменту та критичній кривині. У результаті дослідження отримано спрощені аналітичні функції для опису зазначених діаграм та визначено відповідні коефіцієнти для різних порід деревини (сосна, модрина, ялиця, береза, вільха, ясен) з урахуванням їх віку та вологості.

Даниленко В.Я.

*Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»
(м. Харків, Україна)*

МОДЕЛЮВАННЯ ПОВЕРХОНЬ ЕКОЛОГІЧНИХ КОРИДОРІВ ЗА НЕРІВНОМІРНО РОЗПОДІЛЕНИМИ ДАНИМИ

Проблема відновлення гладкої поверхні за нерегулярно розташованими точками впливає з того, що реальна інформація про реальні об'єкти ніколи не буває розподілена рівномірно, ці об'єкти утворені як нагромадження складових частин, які суттєво відрізняються одна від одної. Зазначена проблема безпосередньо стосується ландшафтного моделювання, зокрема – проблеми згладження поверхонь екологічних коридорів (територій для забезпечення міграцій представників дикої фауни). Відносно екологічних коридорів проводять загальну оцінку екологічних даних.

Найбільш поширеними в моделюванні поверхонь в подібних екологічних задачах є прямокутні сітки. Якщо знаходити функцію в довільній точці, то номер комірки прямокутної сітки, до якої ця точка потрапить, визначається за дві операції. Всі інші дії – пошук сусідніх комірок, інтерполяція і т. і. – програмуються також досить швидко. Але прямокутна сітка не може забезпечити різноманітних геометричних потреб.

В таких випадках виникає необхідність у використанні підходу, який надає можливість описувати поверхні за допомогою особливостей триангуляції. Як перевага є те, що можна підлаштуватись під вхідні дані (наприклад, під випадки, де опорні точки розкидані або щільно згруповані). При цьому апроксимація поверхні швидко реалізується (в порівнянні з прямокутною сіткою).

Зауважимо, що недоліками триангуляції є те, що пошук трикутника, який вміщує точку з невідомими координатами, перетворюється на нетривіальну задачу, також маємо відносну складність побудови сітки неперетинних трикутників. Допоміжним кроком до триангуляції є розбиття площини на області Вороного. Тоді в кожній вершині сходяться три ребра і три області. Якщо поєднати між собою точки, в яких межують області Вороного, то виникає триангуляція Делоне, яка дозволяє швидко обробляти довільно розташовані вихідні дані. Триангуляції Делоне відповідає неперервна кусково-лінійна поверхня в просторі. Цю поверхню рекомендовано взяти за основу для формування складових частин екологічних коридорів. Комп'ютерна реалізація при цьому стає більш ефективною і надає можливість проводити узагальнення графічного матеріалу.

Залевський С.В., канд. техн. наук,
*Національний технічний університет України «Київський політехнічний
інститут імені Ігоря Сікорського», (м. Київ, Україна)*

ВИЗНАЧЕННЯ ПОЧАТКОВИХ УМОВ ДЛЯ ПОБУДОВИ ЧЕБИШЕВСЬКИХ СІТОК НА НЕРОЗГОРТНИХ ЛІНІЙЧАСТИХ ПОВЕРХНЯХ

У задачах геометричного моделювання тонкостінних конструкцій, оболонок та виробів із текстильних матеріалів важливе значення має дослідження закономірностей розташування чебишевських сіток на криволінійних поверхнях. Практичний інтерес до таких моделей пов'язаний із необхідністю прогнозування поведінки матеріалів із сітчастою структурою під час їх розміщення на поверхнях складної форми. Особливу складність становлять нерозгортні лінійчасті поверхні, для яких побудова чебишевської сітки потребує визначення коректних початкових умов.

Одним із підходів до розв'язання цієї задачі є використання геодезичних ліній як базових елементів побудови. Початкова геодезична може бути сформована на відсіку поверхні шляхом послідовного визначення її точок на основі властивостей паралельного перенесення векторів. Такий підхід дозволяє враховувати локальні геометричні особливості поверхні та забезпечує узгодженість побудованої кривої з її формою.

Для формування другого сімейства ліній чебишевської сітки запропоновано використовувати напрямні вектори, що визначаються на основі взаємного розташування дотичних і нормальних площин до поверхні. Побудова відповідної системи напрямків забезпечує отримання вихідних даних для подальшого формування сіткової структури. При цьому геодезична лінія розглядається як базова крива, відносно якої здійснюється побудова всієї моделі.

Запропонований підхід дозволяє зменшити обсяг необхідних обчислень порівняно з методами, що базуються на повному чисельному інтегруванні рівнянь поверхні. Використання властивостей лінійчастих поверхонь забезпечує можливість ефективного визначення початкових параметрів сітки та спрощує процес побудови геометричної моделі. Особливо важливим є врахування геометричних характеристик матеріалу, який моделюється, що дозволяє уникати утворення складок та небажаних деформацій.

Отримані результати можуть бути використані в задачах комп'ютерного геометричного моделювання, проєктування оболоноквих конструкцій, текстильного виробництва та формоутворення поверхонь складної геометрії. Запропонований спосіб визначення початкових умов створює основу для подальшого розвитку алгоритмів побудови чебишевських сіток на нерозгортних поверхнях та їх використання у сучасних CAD-системах і прикладних інженерних розрахунках.

Зубков С.В.,
Спирінцев Д.В., канд. техн. наук,
*Мелітопольський державний педагогічний університет імені Богдана
Хмельницького (м. Запоріжжя, Україна)*

МЕТОД ЗГУЩЕННЯ РІВНОЛАНКОВОЇ ДИСКРЕТНО ПРЕДСТАВЛЕНОЇ КРИВОЇ

Одним із актуальних напрямів сучасної прикладної геометрії є розроблення методів геометричного моделювання дискретно представлених кривих і поверхонь. Використання дискретних моделей дозволяє ефективно описувати геометричні об'єкти в умовах комп'ютерного проектування, цифрового виробництва та обробки експериментальних даних. Особливе місце серед таких моделей займають рівноланкові дискретно представлені криві, які характеризуються однаковою довжиною суміжних ланок дискретного каркаса.

Під час розв'язання задач геометричного моделювання часто виникає необхідність підвищення точності опису кривої без зміни її загальної форми. Одним із шляхів досягнення цієї мети є згущення дискретного представлення шляхом введення додаткових вузлових точок між існуючими елементами каркаса. При цьому важливим є забезпечення геометричної узгодженості новоутворених елементів та збереження характерних властивостей вихідної кривої.

Запропонований метод згущення рівноланкової дискретно представленої кривої ґрунтується на використанні геометричних залежностей між суміжними вузлами дискретного образу. У процесі згущення здійснюється побудова додаткових точок таким чином, щоб забезпечити плавну зміну напрямків ланок та зберегти характер розподілу геометричних параметрів уздовж кривої. Це дозволяє отримати більш деталізоване представлення геометричного образу без суттєвого збільшення обчислювальної складності.

Особливістю методу є можливість багаторазового застосування процедури згущення, що забезпечує поступове наближення дискретної моделі до неперервного геометричного образу. При цьому зберігається структура дискретного каркаса та забезпечується можливість подальшого використання отриманих результатів у задачах інтерполяції, апроксимації та комп'ютерного моделювання.

Ефективність методу може бути досліджена шляхом комп'ютерного моделювання та аналізу геометричних характеристик отриманих кривих. Використання сучасних програмних засобів дозволяє автоматизувати процедуру згущення, оцінити точність відтворення форми кривої та визначити вплив кількості ітерацій на якість геометричної моделі.

Отже, метод згущення рівноланкової дискретно представленої кривої є ефективним інструментом геометричного моделювання, який забезпечує підвищення точності дискретного опису геометричних об'єктів і може бути використаний у задачах прикладної геометрії, комп'ютерної графіки та автоматизованого проектування.

Ільченко Т.М.,
Спірінцев Д.В., канд. техн. наук,
*Мелітопольський державний педагогічний університет імені Богдана
Хмельницького (м. Запоріжжя, Україна)*

РОЗВИТОК КРИТИЧНОГО МИСЛЕННЯ СТАРШОКЛАСНИКІВ НА УРОКАХ МАТЕМАТИКИ

Сучасна система освіти орієнтована на формування особистості, здатної самостійно здобувати знання, аналізувати інформацію та приймати обґрунтовані рішення. У зв'язку з цим особливого значення набуває розвиток критичного мислення учнів, яке є важливою складовою ключових компетентностей, необхідних для успішної діяльності в умовах інформаційного суспільства. Значний потенціал для розвитку критичного мислення має шкільний курс математики.

Математика є навчальним предметом, що формує вміння логічно мислити, аналізувати умови задач, встановлювати причинно-наслідкові зв'язки та обґрунтовувати власні висновки. У процесі розв'язування математичних задач старшокласники навчаються висувати припущення, перевіряти їх правильність, аналізувати різні способи отримання результату та оцінювати доцільність використання певних методів розв'язання. Така діяльність сприяє розвитку навичок аргументації та критичного оцінювання інформації.

Ефективним засобом розвитку критичного мислення є використання проблемних, дослідницьких та практико-орієнтованих завдань. Робота з такими задачами спонукає учнів до самостійного пошуку розв'язання, аналізу різних підходів та порівняння отриманих результатів. Особливу роль відіграють завдання, що допускають кілька способів розв'язання або потребують вибору оптимальної стратегії дій. У таких ситуаціях учні не лише застосовують математичні знання, а й розвивають уміння критично оцінювати власні рішення.

Важливе значення має використання математичного моделювання, яке дозволяє пов'язати навчальний матеріал із реальними життєвими ситуаціями. Аналіз практичних задач, побудова математичних моделей та інтерпретація результатів сприяють формуванню здатності застосовувати знання в нових умовах і розвивати дослідницькі навички. Такий підхід підвищує мотивацію до навчання та демонструє практичну значущість математичних знань.

Сучасні цифрові технології також створюють додаткові можливості для розвитку критичного мислення. Використання динамічних математичних середовищ, систем комп'ютерної математики та електронних освітніх ресурсів дозволяє організовувати дослідницьку діяльність учнів, перевіряти гіпотези та аналізувати результати математичних досліджень. Це сприяє формуванню навичок самостійної роботи та підвищує ефективність навчального процесу.

Отже, розвиток критичного мислення старшокласників на уроках математики є важливим напрямом сучасної освіти. Використання проблемних завдань, математичного моделювання, дослідницьких методів та цифрових технологій сприяє формуванню в учнів здатності аналізувати інформацію, приймати обґрунтовані рішення та успішно застосовувати математичні знання у практичній діяльності.

Качура О.В., канд. техн. наук,
Дніпровський державний технічний університет, (м. Кам'янське, Україна)
Івлєв В.В., канд. техн. наук,
Дніпровський державний аграрно-економічний університет
(м. Дніпро, Україна)
Стьопкін В.В., канд. техн. наук,
Куваєв Віктор Юрійович,
Антоненко Д.С.,
Македон Є.Я.,
Український державний університет науки та технологій
(м. Дніпро, Україна)

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПРОЦЕСІВ У ЛІНІЙНОМУ АСИНХРОННОМУ ДВИГУНІ УДАРНОЇ ДІЇ

Сучасні електромеханічні системи ударної дії знаходять широке застосування у будівництві, транспортній галузі, технологічному обладнанні та спеціалізованих виробничих комплексах. Одним із перспективних напрямів розвитку таких систем є використання лінійних асинхронних двигунів, які дозволяють безпосередньо перетворювати електричну енергію в поступальний рух без застосування додаткових механічних передач. Це забезпечує підвищення надійності приводу, спрощення конструкції та покращення динамічних характеристик обладнання. Ефективність роботи лінійного асинхронного двигуна значною мірою визначається характером електромагнітних процесів, що відбуваються в його активній зоні.

У роботі розглянуто математичну модель лінійного асинхронного двигуна ударної дії, побудовану на основі рівнянь електромагнітного поля з використанням векторного магнітного потенціалу. Модель дозволяє визначати розподіл магнітної індукції, електромагнітних сил, потокозчеплень фаз, струмів та інших параметрів, що характеризують роботу двигуна. Особливу увагу приділено врахуванню конструктивних особливостей вторинного елемента, включаючи наявність провідного шару та нелінійних магнітних властивостей феромагнітних матеріалів. За результатами чисельного моделювання отримано часові залежності швидкості руху, тягового зусилля та електричних параметрів двигуна. Проведений аналіз показав, що конструктивні параметри вторинного елемента суттєво впливають на концентрацію магнітного потоку в повітряному зазорі та формування електромагнітної сили. Встановлено можливість забезпечення високих показників прискорення та досягнення необхідних швидкісних характеристик у короткі проміжки часу, що є важливим для реалізації режимів ударної дії.

Отримані результати підтверджують ефективність використання методу кінцевих елементів для дослідження лінійних асинхронних двигунів та дозволяють виконувати оцінювання їх характеристик ще на етапі проєктування. Запропонований підхід може бути використаний під час розроблення перспективних електромеханічних систем спеціального призначення, оптимізації конструкцій лінійних приводів та підвищення ефективності їх роботи в динамічних режимах.

Ковальов Ю.М., д-р техн. наук,
Василенко В.М., кандидат технічних наук,
Калашнікова В.В., канд. техн. наук,
*Київська державна академія декоративно-прикладного мистецтва і дизайну
ім. М.В. Бойчука (м. Київ, Україна)*

ВИЗНАЧЕННЯ ПРИРОДНОГО І ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ У РАМКАХ ТЕОРІЇ САМООРГАНІЗАЦІЇ СКЛАДНИХ СИСТЕМ

У доповіді розглядається проблема визначення природного та штучного інтелекту, яка має як теоретичне, так і практичне значення, впливаючи на розуміння свідомості та інтелекту, засобів їх моделювання і дослідження, а також можливості їх практичного використання для визначення перспектив побудови штучного інтелекту за принципами організації природного інтелекту.

Метою публікації є формулювання та обґрунтування визначень природного і штучного інтелекту з урахуванням факторів середовища, самоорганізації, еволюції та носія, порівняння визначень і з'ясування їх фундаментальних відмінностей.

Методологія роботи базується на засадах системного підходу та застосуванні теорії самоорганізації складних систем для формулювання та обґрунтування визначень, а також аналізу їх відмінностей.

Результатами роботи є методологія дослідження природного інтелекту, а саме, структури, взаємодії із середовищем, еволюції, з'ясування залежності від носія на основі теорії самоорганізації складних систем; формальні визначення природного і штучного інтелекту; порівняння їх властивостей і природи; оцінювання перспектив розвитку.

Наукова новизна полягає у тому, що визначення природного та штучного інтелекту вперше пов'язані із парадигмою дослідження на основі теорії самоорганізації систем і є, таким чином зіставимими і порівняними. Порівняння визначило фундаментальну різницю: природний інтелект є емерджентною відкритою системою і охоплює 1-6 рівні самоорганізації у рамках сценарію (1С, 1О), тоді як штучний інтелект є адитивною відкритою системою, яка охоплює 3 і 4 рівні самоорганізації у рамках сценарію (1С, 1О). Обидва не залежать від носія та середовища і здатні до еволюції. Розвиток штучного інтелекту за принципами побудови інтелекту природного потребує зміни парадигми і переходу від адитивної системи до емерджентної.

Практичне значення отриманих результатів полягає у можливості використання запропонованих визначень природного та штучного інтелекту як теоретичної основи для подальших досліджень у галузі штучного інтелекту, когнітивних наук, системного аналізу та теорії складних систем. Запропонований підхід дозволяє здійснювати порівняльний аналіз природних і штучних інтелектуальних систем на єдиній методологічній основі, оцінювати напрями їх розвитку та визначати обмеження існуючих технологій штучного інтелекту.

Ковбашин В.І., канд. хім. наук,

Пік А.І., канд. техн. наук,

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя (м. Тернопіль, Україна)

ОСОБЛИВОСТІ ВИКЛАДАННЯ КУРСУ «ІНЖЕНЕРНА ГРАФІКА ТА CAD СИСТЕМИ» З ВИКОРСТАННЯМ ГРАФІЧНИХ ПАКЕТІВ AUTOCAD ТА SOLIDWORKS

Розглядається методика вивчення курсу “Інженерна графіка та CAD системи” з використанням графічних пакетів AutoCAD та SolidWorks. Запропонована методика поєднання цих інструментів при вивченні курсу “Інженерна графіка та CAD системи” на прикладі конкретних завдань, які виконують студенти, в тому числі і дистанційно в режимі веб-конференції в системі ATUTOR.

Методика передбачає опанування основ нарисної геометрії засобами AutoCAD. У залежності від спеціальності в AutoCADі студенти виконують завдання пов’язані із створенням 2D – креслеників архітектурних планів, електричних схем, розгорток, а також роблять швидкі 2D – начерки, які використовують на фінальній стадії 3D – моделювання в SolidWorks. При цьому студенти опановують основи геометричного моделювання, оперуючи лініями, дугами та іншими примітивами.

В SolidWorks студенти створюють 3D – моделі деталей (Parts), які збираються у вузли (Assemblits), на основі яких автоматично генеруються кресленики (Drawings). В ході виконання завдань студенти опановують сильні сторони обох графічних редакторів, які будуть використовувати в майбутній інженерній діяльності.

Важливою складовою запропонованої методики є забезпечення наступності між двовимірним та тривимірним геометричним моделюванням. Використання AutoCAD на початкових етапах навчання дозволяє студентам засвоїти принципи побудови геометричних об’єктів, виконання технічних креслеників та розв’язування задач нарисної геометрії, тоді як SolidWorks забезпечує перехід до параметричного тривимірного моделювання, створення складальних одиниць та автоматизованого формування конструкторської документації. Такий підхід не лише підвищує якість графічної підготовки майбутніх фахівців, але й формує практичні навички використання сучасних CAD-систем, що відповідають вимогам цифрового проєктування та інженерної діяльності в умовах сучасного виробництва.

Запропонована методика сприяє формуванню у студентів цілісного уявлення про сучасний процес комп’ютерного проєктування, який охоплює всі етапи створення технічного об’єкта — від ескізу та кресленика до побудови тривимірної моделі й підготовки конструкторської документації. Поєднання можливостей AutoCAD і SolidWorks дозволяє реалізувати практикоорієнтований підхід до навчання, розвиває просторове мислення, навички геометричного моделювання та підвищує готовність майбутніх фахівців до використання цифрових технологій у професійній діяльності.

Колосова О.П., канд. техн. наук,

Шепель Г.С.,

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», (м. Київ, Україна)

ІНВАРІАНТНА ГЕОМЕТРИЧНА СТРУКТУРА ЯК ОСНОВА ПОБУДОВИ ІНЖЕНЕРНИХ МОДЕЛЕЙ

Сучасні методи інженерного моделювання використовуються для дослідження, проєктування та оптимізації складних технічних систем. Незважаючи на різноманітність математичних апаратів, чисельних методів і програмних засобів, процес побудови будь-якої інженерної моделі починається з формування геометричного опису об'єкта. Саме геометричне представлення визначає просторову конфігурацію системи, структуру взаємозв'язків між її елементами та можливі способи подальшої формалізації.

У роботі розглядається поняття інваріантної геометричної структури, яка зберігається незалежно від вибраного математичного апарату або чисельного методу дослідження. До складу такої структури належать форма об'єкта, його топологічні характеристики, граничні контури, система зв'язків між елементами та інші просторові параметри. Саме ці характеристики формують основу майбутньої моделі та визначають множину можливих способів її математичного представлення.

Запропоновано розглядати процес інженерного моделювання як послідовність переходів від реального об'єкта до його математичної або комп'ютерної моделі через виокремлення інваріантної геометричної структури. Такий підхід дозволяє уніфікувати процедуру побудови моделей для об'єктів різної природи та складності. Незалежно від того, чи йдеться про механічну систему, оболонкову конструкцію, параметричну поверхню або кінематичну схему, початковим етапом залишається формування геометричної основи дослідження.

Для підтвердження універсальності запропонованого підходу розглянуто приклади моделювання об'єктів різних класів. Аналіз показує, що геометрична структура визначає логіку побудови розрахункових схем, вибір параметрів моделі та особливості застосування математичних методів. У результаті вона виступає сполучною ланкою між реальним об'єктом і його формалізованим описом.

Отримані результати дозволяють розглядати інваріантну геометричну структуру як фундаментальну складову процесу інженерного моделювання. Використання такого підходу сприяє систематизації методів побудови моделей, підвищує їх узгодженість та створює передумови для подальшого розвитку геометричного і комп'ютерного моделювання складних технічних систем.

Комишанова К.С.,
Адоньєв Є.О., д-р.техн.наук,
*Мелітопольський державний педагогічний університет імені Богдана
Хмельницького (м. Запоріжжя, Україна)*

МЕДІАОСВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЯК ЗАСІБ ФОРМУВАННЯ ПІЗНАВАЛЬНОГО ІНТЕРЕСУ СТАРШОКЛАСНИКІВ У КУРСІ АЛГЕБРИ ТА ПОЧАТКІВ АНАЛІЗУ

В умовах цифровізації освіти особливого значення набуває пошук ефективних засобів підвищення мотивації учнів до навчання математики. Одним із таких засобів є медіаосвітні технології, які забезпечують доступ до різноманітних інформаційних ресурсів, сприяють візуалізації навчального матеріалу та активізації пізнавальної діяльності здобувачів освіти.

У курсі алгебри та початків аналізу медіаосвітні технології можуть використовуватися під час вивчення функцій, похідної, інтеграла, елементів математичного моделювання та прикладних задач. Використання навчальних відео, інтерактивних презентацій, електронних освітніх платформ, математичних симуляторів та динамічних математичних середовищ дозволяє зробити процес навчання більш наочним і доступним.

Особливу роль відіграє залучення учнів до самостійного пошуку, аналізу та критичного оцінювання інформації. Робота з медіаресурсами сприяє формуванню інформаційної грамотності, розвитку навичок аналізу даних та підвищенню інтересу до дослідницької діяльності. При цьому учні мають можливість розглядати математичні поняття в контексті реальних процесів і явищ, що підсилює практичну спрямованість навчання.

Важливою перевагою медіаосвітніх технологій є можливість організації індивідуальної та групової роботи учнів. Використання інтерактивних платформ, онлайн-тренажерів, математичних візуалізацій та засобів спільної роботи сприяє розвитку комунікативних навичок, самостійності та відповідальності за результати навчання. Крім того, сучасні медіаресурси дозволяють реалізовувати елементи змішаного та дистанційного навчання, забезпечуючи безперервність освітнього процесу та створюючи умови для врахування індивідуальних освітніх потреб старшокласників. Це сприяє підвищенню рівня залученості учнів до навчальної діяльності та формуванню стійкого інтересу до вивчення математики.

Отже, використання медіаосвітніх технологій у курсі алгебри та початків аналізу є ефективним засобом розвитку пізнавального інтересу старшокласників, підвищення якості математичної підготовки та формування ключових компетентностей, необхідних для успішної діяльності в сучасному інформаційному суспільстві.

Корчинський В.М., д-р техн. наук,
Груєнко А.С., аспірант,
*Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (м. Дніпро,
Україна)*

БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНИЙ МЕТОД ЗБІЛЬШЕННЯ ДОСТОВІРНОСТІ ПЕРЕДАВАННЯ ЦИФРОВИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИГНАЛІВ

Запропоновано метод збільшення достовірності передавання інформаційних сигналів по цифрових каналах зв'язку з адитивними завадами. Алгоритмічною основою пропонованого методу є подання сигналу у вигляді розкладу по одному з ортонормованих дискретних функціональних базисів (Уолша, Хартлі, дискретного косинусного, вейвлет) з наступним обмеженням кількості коефіцієнтів розкладу, оптимізованим за критеріями мінімізації інформаційної відстані між переданим та отриманим сигналами і максимізації відношення «сигнал/шум».

Реалізація пропонованого методу включає наступні етапи: діджиталізація (оцифрування) оброблюваного дискретизованого інформаційного сигналу з відліками, отриманими у послідовні моменти часу; обмеження кількості коефіцієнтів розкладу (компресія сигналу з частковою втратою інформативності) з наступною реконструкцією квантованого сигналу; фазова модуляція оцифрованим сигналом несучого синусоїдального сигналу із заданою частотою та швидкістю передачі.

Визначення порогів обмеження множини коефіцієнтів розкладів діджиталізованих сигналів сформульовано у вигляді оптимізаційної задачі досягнення наперед заданих значень інформаційної відстані між переданим та демодульованим сигналами й відношення сигнальних енергій демодульованого сигналу і залишкового шуму.

Для оцифрування використано алгоритм Ллойда, який забезпечує мінімізацію помилки діджиталізації.

Встановлено, що при збільшенні кількості цифрових рівнів діджиталізації оптимальні значення інформаційної відстані між переданим та демодульованим сигналами збільшується при зменшенні відношення «сигнал/шум».

Узагальнення методу на багатовимірні сигнали реалізована шляхом редукції вимірності на основі розгортки Пеано-Гільберта.

Зіставлення різних дискретизованих функціональних базисів як основи для реалізації пропонованого методу показало найбільшу ефективність за зазначеними критеріями вейвдет-базису Daubechies четвертого порядку.

Наведено результати тестування на прикладі багатоспектральних зображень дистанційного зондування Землі.

Котляр Д.В., канд. техн. наук

*Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
(м. Миколаїв, Україна)*

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПАРАМЕТРУ ШИРИНИ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ГАУСІВСЬКО-МОДИФІКОВАНИХ ЦИКЛОЇД

У дослідженні розв'язано науково-прикладну задачу геометричного моделювання обводів аерокосмічної техніки та снарядів ураження з високими аеродинамічними характеристиками. Наукова новизна полягає у розробці та удосконаленні математичного апарату моделювання носових частин шляхом інтеграції гаусівської функції модифікації безпосередньо в аналітичну структуру базової циклоїдальної твірної для локального керування її формою.

Запропонована модель базується на модифікованій функції радіуса $r(t)$ циклоїди. Прецизійне формоутворення здійснюється за допомогою параметрів амплітуди α , зсуву μ та середньоквадратичного відхилення σ . Введення спеціальної функції нормалізації коефіцієнта масштабування у аналітичні вирази геометричної моделі твірної дозволяє зберігати проектні габарити об'єкта при зміні характеристик гладкості профілю.

У ході числового дослідження було проаналізовано вплив параметра σ на повний перепад радіуса Δr та диференціальні характеристики поверхонь у інтервалі $t \in [0, \pi]$. Було проведено обчислювальний експеримент для діапазону σ від 0.05 до 10. Встановлено, що при значеннях $\sigma < 0.27$ спостерігається надмірна концентрація градієнта радіуса, що призводить до виникнення ефекту «тонкої голки» на графіку функції $r(t)$ та порушення умови монотонності кривини. З точки зору аеродинаміки такі ефекти мають негативний характер та є критичними, оскільки провокують передчасний відрив потоку.

Результати аналізу 3D-поверхонь градієнта логарифмічної кривини $\log |\kappa(t)|$ та її градієнта $\log |d\kappa/dt|$ дозволили визначити оптимальний робочий діапазон $\sigma \in [0.27, 0.95]$. У цій зоні забезпечується: монотонна неспадність профілю $y(t)$; стабільний розподіл геометричних параметрів без різких піків кривини; можливість прецизійного «дозування» гостроти носової частини при збереженні високої гладкості спряження з корпусом.

Практична значущість отриманих результатів полягає у можливості їх впровадження в сучасні системи автоматизованого проєктування для прецизійного синтезу аеродинамічних поверхонь із заздалегідь визначеними властивостями обтікання. Визначений оптимальний діапазон параметра ширини надає конструктору можливість гнучко керувати геометрією носової частини, забезпечуючи високу геометричну гладкість у зонах спряження з циліндричним корпусом аеродинамічного апарата чи снаряда.

Кривенко О.В., аспірант

Верещага В.М., д-р техн. наук,

Мелітопольський державний педагогічний університет імені Богдана Хмельницького (м. Запоріжжя, Україна)

ОПТИМІЗАЦІЯ ОДНОПАРАМЕТРИЧНИХ ТОЧКОВИХ ПОЛІНОМІВ У ЗАДАЧАХ ГЕОМЕТРИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

У сучасному геометричному моделюванні важливе місце займають задачі побудови поверхонь та просторових геометричних образів за дискретно заданими множинами точок. Такі задачі виникають у системах автоматизованого проєктування, комп'ютерній графіці, цифровій обробці просторових даних, інженерному аналізі та технологіях тривимірного сканування. Для опису складних геометричних форм перспективним є використання багатопараметричних точкових поліномів, які забезпечують побудову неперервних моделей на основі дискретної інформації та дозволяють керувати формою геометричного образу за допомогою параметричних залежностей.

На відміну від однопараметричних моделей, багатопараметричні точкові поліноми використовуються для моделювання двовимірних і тривимірних геометричних структур. Основою таких моделей є система характеристичних функцій, що формує багатовимірний функціональний базис і забезпечує параметричний опис поверхонь та просторових каркасів. У роботі розглядаються питання оптимізації багатопараметричних точкових поліномів з метою підвищення точності відтворення геометричних об'єктів. Особливу увагу приділено впливу параметризації та характеристичних функцій на гладкість поверхонь, зміну кривини й точність моделювання. Досліджуються можливості зменшення похибок шляхом оптимізації параметричних залежностей і вибору раціональних схем параметризації. Одним із напрямів оптимізації є забезпечення узгодженості між окремими ділянками поверхні та збереження її геометричної цілісності. Для цього можуть використовуватись критерії гладкості, мінімізації локальних деформацій та рівномірності зміни геометричних характеристик. Такий підхід дозволяє отримувати моделі, які адекватно відображають форму реальних об'єктів і водночас характеризуються високою обчислювальною ефективністю.

Важливою перевагою багатопараметричних точкових поліномів є можливість формування складних поверхонь на основі порівняно невеликої кількості вихідних точок. Це забезпечує зменшення обсягів даних, необхідних для опису геометричного образу, та спрощує виконання подальших обчислень. Крім того, використання параметричних моделей створює умови для локального керування формою поверхні без необхідності перебудови всієї моделі.

Отримані результати свідчать про перспективність використання багатопараметричних точкових поліномів у задачах геометричного моделювання складних поверхонь і просторових об'єктів. Подальші дослідження доцільно спрямувати на розроблення нових методів оптимізації характеристичних функцій, побудову адаптивних параметричних схем та застосування запропонованих підходів для моделювання дискретно заданих технічних і природних об'єктів..

Кривда О.В., аспірант,
Кривда В.В., аспірант,
Адоньєв Є.О., д-р. техн. наук,
*Мелітопольський державний педагогічний університет імені Богдана
Хмельницького (м. Запоріжжя, Україна)*

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ МАШИН ОБРОБКИ ТИСКОМ НА ОСНОВІ ОПТИМІЗАЦІЇ ПАРАМЕТРІВ МАХОВИКА ТА КІНЕМАТИЧНИХ ПАР

Одним із важливих напрямів удосконалення машин обробки тиском є зниження енергоспоживання та підвищення ефективності використання енергії під час виконання технологічних операцій. Значна частина енергетичних втрат пов'язана як із нераціональним вибором параметрів маховиків, що використовуються для накопичення та передачі енергії, так і з недостатньо точним урахуванням процесів тертя в кінематичних парах механізмів. У зв'язку з цим актуальним є вдосконалення методів розрахунку енергосилових характеристик машин обробки тиском та розроблення підходів до їх оптимізації.

У роботі розглядаються питання визначення раціональних параметрів маховика, які забезпечують необхідний запас кінетичної енергії за мінімальних масово-габаритних показників і знижених витрат енергії. Проаналізовано вплив моменту інерції маховика на нерівномірність роботи приводу, динамічні навантаження та стабільність перебігу технологічного процесу. Показано, що оптимізація параметрів маховика дозволяє зменшити максимальні навантаження на елементи приводу та підвищити ефективність використання встановленої потужності.

Окрему увагу приділено удосконаленню розрахунку енергосилових параметрів процесів тертя у кінематичних парах машин обробки тиском. Врахування реальних умов роботи вузлів тертя дає можливість більш точно оцінювати втрати енергії, що виникають у процесі передачі руху та навантаження. Уточнення розрахункових залежностей сприяє підвищенню достовірності прогнозування енергетичних показників обладнання та створює передумови для вибору найбільш ефективних конструктивних рішень.

Комплексний підхід, який поєднує оптимізацію параметрів маховика та вдосконалення моделей розрахунку тертя, дозволяє підвищити енергетичну ефективність машин обробки тиском, знизити енергоємність технологічних процесів і збільшити ресурс роботи механізмів. Отримані результати можуть бути використані під час проектування нових машин, модернізації існуючого обладнання та розроблення рекомендацій щодо підвищення ефективності технологічних систем обробки металів тиском.

Перспективою подальших досліджень є створення узагальнених математичних моделей, які одночасно враховуватимуть динаміку приводу, параметри накопичення енергії та втрати у кінематичних парах. Це дозволить підвищити точність інженерних розрахунків та забезпечити подальше зниження енергетичних витрат у процесах обробки тиском.

Лендєл А.І.,
Адоньєв Є.О., д-р техн. наук,
*Мелітопольський державний педагогічний університет імені Богдана
Хмельницького (м. Запоріжжя, Україна)*

МЕТОДИКА ВИКОРИСТАННЯ МЕДІАОСВІТНІХ ТЕХНОЛОГІЙ У ДИСТАНЦІЙНОМУ НАВЧАННІ МАТЕМАТИКИ СТАРШОКЛАСНИКІВ

Сучасний розвиток цифрового освітнього середовища зумовлює необхідність удосконалення методів і засобів організації дистанційного навчання. Особливої актуальності ця проблема набуває під час вивчення математики, оскільки засвоєння математичних понять і способів розв'язування задач потребує високого рівня наочності, систематичної взаємодії між учителем та учнями, а також постійного контролю результатів навчальної діяльності. Одним із ефективних засобів підвищення якості дистанційного навчання є використання медіаосвітніх технологій.

Медіаосвітні технології охоплюють широкий спектр цифрових ресурсів, серед яких навчальні відео, інтерактивні презентації, електронні освітні платформи, онлайн-дошки та мультимедійні демонстрації. Їх використання забезпечує різноманітність форм подання навчального матеріалу та сприяє підвищенню пізнавальної активності учнів. У процесі вивчення математики такі засоби дозволяють візуалізувати абстрактні поняття, демонструвати алгоритми розв'язування задач і організовувати інтерактивну взаємодію учасників освітнього процесу. Особливого значення вони набувають під час вивчення функцій, тригонометрії, елементів математичного аналізу та математичного моделювання. Використання відеоматеріалів і динамічних математичних середовищ сприяє кращому розумінню математичних закономірностей та підвищує рівень засвоєння навчального матеріалу. Крім того, застосування інтерактивних вправ, онлайн-опитувань і цифрових платформ забезпечує постійний зворотний зв'язок, підтримує самостійну роботу учнів та сприяє розвитку навичок самоосвіти.

Медіаосвітні технології також створюють можливості для індивідуалізації освітнього процесу. Учитель може пропонувати учням різнорівневі завдання, додаткові навчальні матеріали та персоналізовані траєкторії навчання. Це дозволяє враховувати індивідуальні особливості здобувачів освіти та підвищувати ефективність засвоєння математичних знань.

Отже, використання медіаосвітніх технологій у дистанційному навчанні математики старшокласників сприяє підвищенню якості освітнього процесу, розвитку пізнавальної активності та формуванню цифрової компетентності учнів. Поєднання сучасних медіаресурсів із педагогічно обґрунтованими методами навчання забезпечує ефективну організацію математичної освіти в умовах цифрового суспільства.

Лиходій А.С.,
Таблер Т.І.,
Адоньєв Є.О., д-р.техн.наук,
*Мелітопольський державний педагогічний університет імені Богдана
Хмельницького (м. Запоріжжя, Україна)*

ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ ЯК ЗАСІБ ПЕРСОНАЛІЗАЦІЇ НАВЧАННЯ МАТЕМАТИКИ ТА ФІЗИКИ

Сучасний розвиток цифрових технологій сприяє активному впровадженню систем штучного інтелекту в освітній процес. Одним із перспективних напрямів їх використання є персоналізація навчання, яка передбачає адаптацію змісту, темпу та способів подання навчального матеріалу до індивідуальних особливостей здобувачів освіти. Особливого значення це набуває під час вивчення математики та фізики, де рівень підготовки, навчальні потреби та пізнавальні можливості учнів можуть істотно відрізнятись.

Інструменти штучного інтелекту дають змогу формувати індивідуальні освітні траєкторії, автоматично добирати навчальні завдання різного рівня складності, здійснювати оперативний зворотний зв'язок та аналізувати типові помилки учнів. Використання інтелектуальних освітніх систем сприяє підвищенню мотивації до навчання, розвитку самостійності та формуванню навичок самоосвіти.

Важливою перевагою технологій штучного інтелекту є можливість підтримки дослідницької діяльності учнів. Генеративні моделі та цифрові помічники можуть використовуватися для пояснення складних математичних понять, аналізу фізичних процесів, побудови математичних моделей та візуалізації результатів досліджень. Це створює умови для більш глибокого розуміння навчального матеріалу та розвитку критичного мислення.

Перспективним напрямом використання штучного інтелекту є автоматизація моніторингу навчальних досягнень учнів. Інтелектуальні системи здатні аналізувати результати виконання завдань, визначати рівень засвоєння навчального матеріалу та виявляти теми, що потребують додаткового опрацювання. На основі отриманих даних вони можуть формувати індивідуальні рекомендації щодо подальшого навчання, підвищуючи ефективність освітнього процесу. Водночас використання штучного інтелекту потребує розвитку в учнів навичок критичного оцінювання отриманої інформації. Результати, згенеровані інтелектуальними системами, слід розглядати як допоміжний інструмент навчання, а не безумовно достовірне джерело знань. Тому важливим завданням учителя є формування вмінь аналізувати відповіді цифрових помічників, перевіряти правильність розв'язань та обґрунтовувати власні висновки, що сприяє розвитку цифрової грамотності та відповідального використання сучасних технологій.

Отже, використання штучного інтелекту відкриває нові можливості для персоналізації навчання математики та фізики, підвищення ефективності освітнього процесу та формування компетентностей, необхідних для успішної діяльності в умовах цифрового суспільства.

Лобко М.А.,
Верещага В.М., д-р техн. наук,
*Мелітопольський державний педагогічний університет імені Богдана
Хмельницького (м. Запоріжжя, Україна)*

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ОПТИМАЛЬНЕ КЕРУВАННЯ ПОДВІЙНИМ ЗВОРОТНИМ МАЯТНИКОМ

Подвійний зворотний маятник є класичним прикладом нестійкої нелінійної динамічної системи, яка широко використовується для дослідження методів автоматичного керування, робототехніки та математичного моделювання складних механічних об'єктів. Завдяки наявності кількох ступенів вільності та нестійкого положення рівноваги така система є зручною моделлю для аналізу сучасних алгоритмів стабілізації та оптимального керування.

Математична модель подвійного зворотного маятника базується на рівняннях динаміки Лагранжа та враховує взаємодію між ланками механізму. Отримана система диференціальних рівнянь описує зміну кутових координат і швидкостей маятника в часі. Особливістю даної системи є її нелінійність та висока чутливість до початкових умов, що ускладнює задачу стабілізації у верхньому положенні. Одним із важливих напрямів дослідження є синтез оптимального керування, яке забезпечує переведення системи в заданий стан при мінімальних витратах енергії або часу. Для розв'язання цієї задачі можуть застосовуватися методи оптимального керування, зокрема лінійно-квадратичний регулятор, принцип максимуму Понтрягіна, адаптивні алгоритми та сучасні методи на основі штучного інтелекту. Використання таких підходів дозволяє забезпечити ефективну стабілізацію системи навіть за наявності зовнішніх збурень.

Важливу роль у дослідженні подвійного зворотного маятника відіграє комп'ютерне моделювання. Сучасні програмні середовища MATLAB/Simulink, Maple та Python надають можливість виконувати чисельне інтегрування рівнянь руху, аналізувати стійкість системи та досліджувати ефективність різних законів керування. Комп'ютерний експеримент дозволяє оцінити вплив параметрів системи на якість керування та визначити оптимальні режими її функціонування.

Отже, подвійний зворотний маятник є ефективною моделлю для дослідження задач оптимального керування складними динамічними системами. Результати таких досліджень можуть бути використані під час розроблення робототехнічних комплексів, мехатронних систем та інтелектуальних систем автоматичного керування.

Перспективним напрямом досліджень є використання методів машинного навчання та підкріплювального навчання для синтезу законів керування подвійним зворотним маятником. На відміну від класичних алгоритмів, такі підходи дозволяють системі самостійно формувати ефективні стратегії стабілізації на основі аналізу попереднього досвіду взаємодії з середовищем. Використання нейронних мереж і сучасних алгоритмів штучного інтелекту забезпечує можливість адаптації до змін параметрів системи та зовнішніх збурень, що відкриває нові перспективи для створення інтелектуальних систем автоматичного керування складними динамічними об'єктами.

Логвиненко В.Є.,
Аушева Н.М., д-р техн. наук, професор,
Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського", (м. Київ, Україна)

ВІЗУАЛІЗАЦІЯ ВЕЛИКИХ ТРАНЗАКЦІЙНИХ ГРАФІВ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ШАХРАЙСЬКИХ ПАТЕРНІВ

Сучасні фінансові системи генерують значні обсяги транзакційних даних, аналіз яких є важливою складовою виявлення підозрілих операцій та протидії фінансовим злочинам. Одним із ефективних інструментів дослідження структури фінансових потоків є графове подання даних, у якому вузли відповідають учасникам транзакцій, а ребра відображають фінансові зв'язки між ними. Однак зі зростанням розмірності графів виникають суттєві труднощі як у процесі автоматизованого аналізу, так і під час візуальної інтерпретації результатів.

У роботі розглянуто підхід до оптимізації візуалізації великих транзакційних графів на основі вдосконалення силових алгоритмів макетування. Особливу увагу приділено підвищенню швидкодії побудови графічного представлення без суттєвого погіршення якості відображення структури мережі. Для цього запропоновано поєднання попередньої обробки графа з використанням методів скорочення малозначущих структур та оптимізації обчислення сил взаємодії між вузлами.

Основою запропонованого підходу є використання агрегованих характеристик окремих зв'язних компонент графа. Замість повного розрахунку взаємодії між усіма вузлами застосовується апроксимація сил відштовхування на основі центрів мас структурних груп. Це дозволяє істотно знизити обчислювальну складність алгоритму та скоротити час побудови макета графа при збереженні його основних топологічних особливостей.

Для оцінювання ефективності підходу проведено моделювання транзакційних процесів із характерними сценаріями фінансових порушень. Аналіз результатів показав, що запропонована методика забезпечує помітне скорочення часу виконання ітерацій та прискорює процес досягнення стабільного розміщення вузлів. При цьому зберігаються ключові структурні елементи графа, зокрема вузли з високою концентрацією зв'язків, транзакційні ланцюги та інші характерні патерни, що можуть свідчити про наявність шахрайських схем.

Отримані результати підтверджують доцільність використання оптимізованих силових алгоритмів під час роботи з великими транзакційними графами. Запропонований підхід може бути використаний у системах фінансового моніторингу, платформах візуальної аналітики та інформаційних системах підтримки прийняття рішень, де важливими є швидке виявлення аномальних структур та ефективна інтерпретація великих обсягів даних.

Матюшенко М.В., канд. техн. наук,

Федченко Г.В., канд. техн. наук,

Устиненко О.В., канд. техн. наук,

Бондаренко О.В., канд. техн. наук,

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут» (Харків, Україна)

Андрієнко С.В.,

Харківський національний автомобільно-дорожній університет (Харків, Україна)

Протасов Р.В., PhD,

Словацький технічний університет (Братислава, Словаччина)

ДОСЛІДЖЕННЯ ГЕОМЕТРІЇ ТА ФОРМОУТВОРЕННЯ АРОЧНИХ ЗУБЦІВ ЦИЛІНДРИЧНИХ ПЕРЕДАЧ НОВІКОВА

Удосконалення зачеплення циліндричних зубчастих коліс з арочними зубцями є актуальним і недостатньо дослідженим науково-технічним напрямом, спрямованим на підвищення якості та навантажувальної здатності механізмів і машин, що застосовуються в різних галузях промисловості. Сучасний рівень розвитку комп'ютерних технологій, зокрема систем автоматизованого проєктування, створює передумови для проведення поглиблених досліджень, а також для розроблення точних методів аналізу, синтезу арочного зачеплення та технологій виготовлення арочних зубчастих коліс у промислових умовах.

У ряді випадків виникає потреба використання окремих інструментів для формування опуклих, увігнутих, евольвентних та криволінійних перехідних поверхонь западин між арочними зубцями. Крім того, застосування таких різцевих головок не забезпечує можливості нарізання бочкоподібних арочних зубців з оптимальними поздовжніми профілями опуклої та увігнутої сторін, що істотно обмежує потенціал підвищення навантажувальної здатності арочного зачеплення. Зазначені технологічні обмеження значною мірою стримують широке впровадження арочних зубчастих передач у сучасному машинобудуванні. Зубчасті передачі Новікова набули поширення завдяки тому, що особливості їх геометрії дають змогу суттєво підвищити контактну міцність за інших рівних умов. Водночас ці передачі мають низку принципівих недоліків. Основним із них є те, що передачі Новікова не належать до обкатних, унаслідок чого зубці повинні розташовуватися під певним кутом до твірної, відмінним від 0° та 90° . Наявність такого кута зумовлює виникнення осьової складової навантаження в зоні контакту.

На сучасному етапі розвитку зубчастих передач з'являються конструкції, що поєднують ознаки шевронних і звичайних зубчастих коліс. Це досягається завдяки зміні форми зубця вздовж його довжини з утворенням криволінійного зубця арочного типу, що створює передумови для більш ефективного використання переваг зачеплення Новікова та підвищення експлуатаційних характеристик зубчастих передач.

Морозова М.Ю.,
Сидоренко О.С., канд. техн. наук,
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»
(м. Харків, Україна)

ПІДХОДИ ДО ОБРОБКИ ТА ПАРСИНГУ СКЛАДНООРГАНІЗОВАНИХ ГЕОМЕТРИЧНИХ ДАНИХ

Сучасні системи комп'ютерного моделювання та обчислювальної геометрії оперують значними обсягами даних, які часто мають складну вкладену структуру та нестандартні форми подання. Особливу складність становлять набори геометричних даних, що містять не лише числові характеристики об'єктів, а й символічні математичні записи, топологічні зв'язки та ієрархічно організовані структури. Такі особливості ускладнюють використання традиційних засобів аналізу даних і потребують розроблення спеціалізованих методів обробки інформації.

У роботі розглянуто підходи до перетворення складноорганізованих геометричних даних у форму, придатну для подальшого статистичного та комп'ютерного аналізу. Основну увагу приділено наборам даних, представленим у вигляді абстрактних синтаксичних дерев, які широко використовуються в математичних пакетах та системах комп'ютерної алгебри. Подібні структури дозволяють зберігати повну математичну інформацію про геометричні об'єкти, проте значно ускладнюють автоматизовану обробку даних.

Для розв'язання зазначеної задачі запропоновано рекурсивний підхід до парсингу ієрархічних структур даних. Методика передбачає послідовний обхід вузлів дерева, визначення їх змісту, виділення ключових параметрів та приведення даних до уніфікованого формату. Особливу увагу приділено обробці символічних математичних виразів, які потребують додаткової трансформації перед виконанням обчислень або статистичного аналізу.

У результаті застосування запропонованого підходу складні вкладені структури перетворюються у нормалізовані табличні представлення, придатні для використання сучасними аналітичними системами та бібліотеками обробки даних. Отримані дані можуть бути використані для класифікації геометричних об'єктів, побудови математичних моделей, статистичного аналізу та застосування методів машинного навчання.

Практична значущість дослідження полягає у створенні універсального підходу до роботи зі складними геометричними наборами даних, що використовуються в задачах комп'ютерної графіки, обчислювальної геометрії, автоматизованого проектування та штучного інтелекту. Запропонована методика може бути адаптована до різних форматів подання геометричної інформації та використана як складова сучасних систем аналізу просторових даних.

Морозова Л.Ю.,
Адоньєв Є.О., д-р техн. наук,
*Мелітопольський державний педагогічний університет імені Богдана
Хмельницького (м. Запоріжжя, Україна)*

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ МОТИВАЦІЇ ДО ВИВЧЕННЯ МАТЕМАТИКИ ТА ФІЗИКИ В УМОВАХ ПРОФІЛЬНОГО НАВЧАННЯ

Одним із важливих завдань сучасної освіти є формування стійкої мотивації учнів до вивчення природничо-математичних дисциплін. Особливої актуальності ця проблема набуває в умовах профільного навчання, яке передбачає врахування освітніх потреб, професійних інтересів та індивідуальних здібностей старшокласників. Саме мотивація значною мірою визначає успішність навчальної діяльності, рівень пізнавальної активності та готовність учнів до подальшого професійного самовизначення.

Математика та фізика належать до дисциплін, які потребують високого рівня абстрактного мислення, наполегливості та систематичної роботи. Тому важливим завданням учителя є створення умов, за яких навчальна діяльність набуває для учнів особистісного значення. У профільних класах це досягається шляхом демонстрації практичного застосування знань, встановлення зв'язків між навчальним матеріалом і майбутньою професійною діяльністю, а також використання завдань прикладного та дослідницького характеру.

Важливим чинником підвищення мотивації є використання міжпредметних зв'язків математики та фізики. Розгляд фізичних процесів за допомогою математичних моделей допомагає учням усвідомити практичну цінність математичних знань і роль точних наук у розвитку сучасних технологій. Робота над фізико-математичними задачами, дослідницькими проєктами та STEM-завданнями сприяє формуванню пізнавального інтересу, розвитку творчого потенціалу та практичного мислення старшокласників. Суттєвий вплив на мотивацію учнів мають сучасні цифрові технології. Використання інтерактивних симуляцій, віртуальних лабораторій, систем комп'ютерної математики, мобільних додатків та освітніх платформ забезпечує наочність навчання і створює умови для активного залучення учнів до освітнього процесу. Завдяки цьому підвищується інтерес до навчання та формується позитивне ставлення до вивчення математики й фізики. Ефективним засобом підтримки навчальної мотивації є організація проєктної та дослідницької діяльності. Виконання практично значущих завдань, участь у конкурсах, наукових гуртках та учнівських конференціях сприяють розвитку самостійності, відповідальності та впевненості у власних можливостях. Такі види діяльності дозволяють учням відчувати реальну цінність отриманих знань і побачити перспективи їх подальшого застосування.

Отже, формування мотивації до вивчення математики та фізики в умовах профільного навчання потребує комплексного використання сучасних педагогічних технологій, міжпредметних зв'язків, дослідницьких методів і цифрових ресурсів. Такий підхід сприяє підвищенню якості навчання, розвитку пізнавальної активності та підготовці учнів до подальшої освітньої й професійної діяльності.

Мостовенко О.В., д-р техн. наук,
Скочко В.І., д-р техн. наук,
Київський національний університет будівництва і архітектури
(м. Київ, Україна)

ДИСКРЕТНЕ ГЕОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЕКВІДИСТАНТ ДЛЯ ОБ'ЄКТІВ ОБОРОННОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

На сучасному етапі розвитку геоінформаційних технологій, комп'ютерної графіки та систем автоматизованого проєктування важливого значення набувають методи геометричного моделювання рівновіддалених кривих і поверхонь. Еквідистанти широко застосовуються при визначенні зон безпеки, моделюванні траєкторій руху, побудові буферних зон та раціональному розміщенні об'єктів оборонного призначення. Особливо актуальними є задачі, у яких вихідні геометричні дані задані дискретно у вигляді координат окремих точок, отриманих у результаті геодезичних вимірювань, цифрового сканування або просторового моніторингу територій.

Метою дослідження є розроблення способів дискретного геометричного моделювання еквідистант дискретно представлених кривих (ДПК). Запропоновано поетапний алгоритм побудови дискретно представленої кривої та її еквідистант.

На першому етапі за координатами заданих точок формується базова дискретно представлена крива з наближено заданим кроком дискретизації. Для цього визначається кількість ребер на кожному інтервалі між вихідними вузлами, а координати проміжних точок обчислюються методом скінченних різниць за допомогою систем рекурентних рівнянь.

На другому етапі виконується моделювання еквідистант базової ДПК. Через кожний вузол кривої проводяться нормалі, напрям яких визначається за допомогою центрів кіл, що проходять через три суміжні вузли базової кривої. На нормалях відкладається задана відстань, після чого обчислюються координати відповідних вузлів еквідистанти. Запропонований спосіб дозволяє будувати як внутрішні, так і зовнішні еквідистанти.

Тестовий приклад побудови двох еквідистант підтвердив ефективність запропонованого методу та можливість його застосування у задачах інженерного проєктування, геоінформаційного аналізу, робототехніки й оборонного моделювання. Перспективним напрямком подальших досліджень є вдосконалення алгоритмів побудови дискретних еквідистант та автоматизація процесів геометричного моделювання.

Надолинець Л.С.,
Бурцева О.Г., канд.пед.наук,
Адоньєв Є.О., д-р.техн.наук,
*Мелітопольський державний педагогічний університет імені Богдана
Хмельницького (м. Запоріжжя, Україна)*

МОБІЛЬНІ ДОДАТКИ ЯК ЗАСІБ ПІДВИЩЕННЯ МОТИВАЦІЇ УЧНІВ ДО ВИВЧЕННЯ ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНИХ ДИСЦИПЛІН

Сучасний освітній процес характеризується активним впровадженням цифрових технологій, які відкривають нові можливості для організації навчальної діяльності учнів. Одним із перспективних напрямів цифровізації освіти є використання мобільних додатків, що забезпечують оперативний доступ до навчальних матеріалів, інтерактивних ресурсів та засобів візуалізації складних понять. Особливого значення такі технології набувають під час вивчення природничо-математичних дисциплін, оскільки сприяють підвищенню мотивації учнів та активізації їхньої пізнавальної діяльності.

Мобільні додатки дозволяють поєднувати традиційні методи навчання з інтерактивними формами роботи. Використання математичних тренажерів, віртуальних лабораторій, динамічних геометричних середовищ та освітніх платформ забезпечує наочне представлення навчального матеріалу та створює умови для самостійного дослідження явищ і процесів. Учні отримують можливість працювати з навчальним контентом у зручний для себе час, повторювати матеріал та контролювати власні результати навчання.

Застосування мобільних технологій сприяє реалізації елементів персоналізованого навчання. Сучасні додатки підтримують адаптивний підбір завдань відповідно до рівня підготовки учнів, що підвищує інтерес до навчання та формує позитивне ставлення до природничо-математичних дисциплін. Особливу зацікавленість викликають засоби гейміфікації — системи досягнень, рейтингів, інтерактивних завдань і навчальних квестів, які сприяють підтриманню стійкої мотивації. Крім того, використання доповненої реальності та засобів візуалізації дозволяє наочно демонструвати математичні моделі й природничі явища. Важливою перевагою мобільних додатків є можливість організації дослідницької діяльності, що сприяє розвитку критичного мислення, інформаційної грамотності та навичок самостійного навчання.

Отже, використання мобільних додатків у навчанні природничо-математичних дисциплін є ефективним засобом підвищення мотивації учнів. Поєднання інтерактивності, наочності, персоналізації та можливостей для дослідницької діяльності створює умови для підвищення якості навчання та формування компетентностей, необхідних для успішної діяльності в сучасному цифровому суспільстві.

Несвідомін А.В., канд. техн. наук, докторант
Пилипака С.Ф., д-р. техн. наук,
Федорина Т.П., канд. пед. наук,
Національний університет біоресурсів і природокористування України
(м. Київ, Україна)

ДЕЯКІ КРИВІ У ПОЛЯРНІЙ СИСТЕМІ КООРДИНАТ, ОПИСАНІ У ФУНКЦІЇ НАТУРАЛЬНОГО ПАРАМЕТРА

Аналітичний опис кривих у функції довжини їх дуги, тобто у функції натурального параметра, має принципове значення. Довжина дуги є внутрішньою характеристикою кривої разом із її натуральним рівнянням, яке описує залежність кривини від її довжини. Натуральне рівняння повністю задає плоску криву незалежно від її розміщення в системі координат.

Для просторових кривих для їх визначення додатково необхідно мати залежність скруту від довжини дуги. Якщо одна залежність для плоскої кривої або дві для просторової задані, це ще не означає можливість побудови самої кривої. Це викликано розв'язуванням диференціальних рівнянь, які, як правило, потребують чисельних методів інтегрування. Але якщо є параметричні рівняння з незалежною змінною – довжиною дуги, то залежності кривини і скруту завжди можна знайти. Опис кривої у функції натурального параметра зручно використовувати у механіці, теорії руху частинок, робототехніці та застосуванні фундаментальних формул Френе у диференціальній геометрії.

Окремий клас кривих – криві, описані в полярній системі координат. Як правило, в ній описуються різні спіралі. Однак багато із них не можна описати через натуральний параметр. До них відносяться спіралі Архімеда, Галілея, Ферма та інші. В статті проведено дослідження спіралей і інших кривих, які описуються в полярній системі координат і при цьому їх незалежною змінною є натуральний параметр. При традиційному описі кривих у полярній системі незалежною змінною є полярний кут.

В даному дослідженні полярний кут, як і радіус-вектор, є функціями довжини дуги кривої. Для знаходження однієї функції іншу потрібно задати. Це призводить до розв'язування диференціального рівняння або часткового випадку – інтегрування відповідного виразу.

Показано, що у логарифмічній спіралі величина радіус-вектора прямо пропорційна довжині її дуги, а також знайдено спіраль із обернено пропорційною залежністю.

Окружна Т.О.,
Спірінцев Д.В., канд. техн. наук,
*Мелітопольський державний педагогічний університет імені Богдана
Хмельницького (м. Запоріжжя, Україна)*

МЕТОДИКА ОРГАНІЗАЦІЇ ДОСЛІДНИЦЬКИХ РОБІТ УЧНІВ НА ОСНОВІ ІНТЕГРОВАНИХ ТЕМ З МАТЕМАТИКИ ТА ФІЗИКИ

Одним із важливих напрямів модернізації сучасної освіти є розвиток дослідницьких компетентностей учнів та формування в них здатності застосовувати отримані знання для пояснення явищ навколишнього світу. Ефективним засобом реалізації цього завдання є організація дослідницьких робіт на основі інтеграції навчального матеріалу з математики та фізики. Такий підхід сприяє формуванню цілісного наукового світогляду та розвитку вмінь використовувати знання з різних галузей для розв'язування практичних задач.

Інтегровані теми дозволяють поєднувати математичні методи аналізу даних із фізичними моделями реальних процесів. Під час виконання дослідницьких робіт учні не лише вивчають певне явище, а й будують його математичну модель, здійснюють необхідні розрахунки, аналізують результати спостережень та формулюють висновки. Прикладами таких досліджень можуть бути вивчення руху тіл, дослідження залежності фізичних величин, аналіз гармонічних коливань, моделювання процесів теплообміну або дослідження електричних кіл.

Важливим етапом організації дослідницької діяльності є постановка проблеми та формулювання гіпотези. Учні повинні визначити мету дослідження, обрати методи збору інформації, спланувати експеримент та встановити математичні залежності між досліджуваними величинами. Така діяльність сприяє розвитку логічного мислення, умінь аналізувати інформацію та приймати обґрунтовані рішення.

Суттєві можливості для організації досліджень надають сучасні цифрові технології. Використання електронних таблиць, систем комп'ютерної математики, програм для побудови графіків та середовищ моделювання дозволяє автоматизувати обчислення, виконувати статистичну обробку результатів і здійснювати візуалізацію отриманих даних. Це забезпечує більш високий рівень наочності та підвищує якість дослідницької роботи.

Реалізація інтегрованого підходу сприяє підвищенню мотивації до навчання, оскільки учні бачать практичне застосування математичних знань у поясненні фізичних процесів. Крім того, така діяльність формує навички командної роботи, самостійного пошуку інформації та презентації результатів власних досліджень, що відповідає вимогам сучасної компетентнісної освіти.

Отже, організація дослідницьких робіт на основі інтегрованих тем з математики та фізики є ефективним засобом розвитку дослідницьких компетентностей учнів, формування навичок математичного моделювання та підготовки до розв'язування міждисциплінарних практичних задач.

Остапчук В.М.,
Верещага В.М., д-р техн. наук,
*Мелітопольський державний педагогічний університет імені Богдана
Хмельницького (м. Запоріжжя, Україна)*

ВИКОРИСТАННЯ МЕДІАОСВІТНІХ ТЕХНОЛОГІЙ ПІД ЧАС ВИВЧЕННЯ ТЕМИ «НЕРІВНОСТІ» В СТАРШІЙ ШКОЛІ

Сучасна математична освіта потребує впровадження інноваційних підходів до навчання, спрямованих на підвищення ефективності засвоєння знань та розвиток пізнавальної активності учнів. Одним із перспективних напрямів удосконалення освітнього процесу є використання медіаосвітніх технологій, які забезпечують поєднання традиційних методів навчання з сучасними цифровими ресурсами. Особливо актуальним є їх застосування під час вивчення теми «Нерівності», яка належить до важливих і водночас складних розділів шкільного курсу алгебри та початків аналізу.

Вивчення нерівностей передбачає формування в учнів умінь аналізувати математичні залежності, встановлювати області допустимих значень, обґрунтовувати правильність перетворень та інтерпретувати отримані результати. Використання медіаосвітніх технологій дозволяє зробити цей процес більш наочним і доступним. За допомогою інтерактивних презентацій, навчальних відео та динамічних математичних середовищ учні можуть візуалізувати процес розв'язування нерівностей, досліджувати поведінку функцій та аналізувати графічні методи розв'язання.

Особливу роль у вивченні нерівностей відіграють цифрові математичні платформи, які дозволяють оперативно будувати графіки функцій та досліджувати їх взаємне розташування. Використання таких інструментів сприяє глибшому розумінню зв'язку між аналітичним і графічним способами розв'язування задач. Медіаосвітні технології створюють умови для самостійної роботи учнів завдяки використанню інтерактивних вправ, онлайн-тестів, електронних ресурсів і відеопояснень. Це сприяє розвитку навичок самоосвіти, самоконтролю та відповідальності за результати навчання. Крім того, учні можуть самостійно висувати припущення щодо розв'язків нерівностей, перевіряти їх за допомогою цифрових інструментів та аналізувати отримані результати, що сприяє розвитку критичного мислення й математичної компетентності.

Отже, використання медіаосвітніх технологій під час вивчення теми «Нерівності» підвищує ефективність навчального процесу, забезпечує наочність подання матеріалу та створює умови для формування математичної компетентності учнів. Поєднання традиційних методів навчання з сучасними цифровими ресурсами відповідає вимогам сучасної освіти та сприяє підготовці учнів до успішної діяльності в інформаційному суспільстві.

Панченко В.І.,

Відокремлений структурний підрозділ «Одеський фаховий коледж комп'ютерних технологій Одеського національного університету імені І. І. Мечникова» (м. Одеса, Україна)

МАТЕМАТИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОБРОБКИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДАНИХ У ВИЗНАЧЕННІ ПАРАМЕТРІВ НЕДОСТУПНОЇ ТОЧКИ ОБ'ЄКТА БУДІВНИЦТВА

Було розглянуто проблему визначення параметрів недоступних точок об'єктів будівництва на основі обробки експериментальних геодезичних даних. Актуальність дослідження зумовлена необхідністю автоматизованого отримання геометричних параметрів будівель і споруд під час реконструкції, реставрації та створення інформаційних моделей об'єктів будівництва в умовах впровадження BIM-технологій і переходу до параметричного нормування. Особливої важливості ця задача набуває під час обстеження об'єктів культурної спадщини та аварійних споруд, де прямий доступ до окремих конструктивних елементів є неможливим або небезпечним.

Проаналізовано недоліки класичних геометричних моделей, які базуються на використанні пересічних візирних променів. Показано, що в реальних умовах через похибки вимірювань такі промені стають мимобіжними, що призводить до неоднозначності результатів та появи значної кількості можливих варіантів координат визначуваної точки. Для усунення зазначеного протиріччя запропоновано комбіновану тривимірну геометричну модель, яка враховує найбільш загальні умови розташування досліджуваного об'єкта відносно геодезичного обладнання та дозволяє визначати параметри точок, розташованих вище, нижче або на рівні нульової горизонтальної площини.

Розроблено математичне забезпечення обробки експериментальних даних, основу якого становить оптимізаційний підхід до визначення координат недоступних точок. Задачу зведено до пошуку мінімальної відстані між мимобіжними прямими, що відповідають візирним променям, із подальшим розв'язанням системи рівнянь методом Крамера. Запропоновано структуру математико-алгоритмічного забезпечення, яка включає блоки визначення координат вихідних точок, розрахунку областей локалізації, обчислення координат і цільових параметрів, оцінювання похибок, адаптивного коригування параметрів вимірювань та реєстрації результатів. Особливістю алгоритму є можливість адаптивного керування похибкою шляхом уточнення кутових параметрів у межах допустимих похибок вимірювань.

Наведено приклад застосування розробленого математичного забезпечення для визначення координат двох недоступних точок, розташованих на одному перпендикулярі до горизонтальної площини. Отримані результати підтверджують універсальність, стійкість та однозначність запропонованого підходу порівняно з традиційними методами. Практична цінність дослідження полягає у створенні теоретичного підґрунтя для автоматизації геодезичних вимірювань, інтеграції результатів у CAD/BIM-системи та підтримки сучасних процесів цифрової трансформації будівельної галузі.

Підлісник О.І.,
Адоньєв Є.О., д-р техн. наук,
*Мелітопольський державний педагогічний університет імені Богдана
Хмельницького (м. Запоріжжя, Україна)*

ФОРМУВАННЯ ЦИФРОВОЇ ГРАМОТНОСТІ УЧНІВ У ПРОЦЕСІ ВИВЧЕННЯ ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНИХ ДИСЦИПЛІН

Цифрова трансформація суспільства зумовлює необхідність формування в учнів цифрової грамотності як однієї з ключових компетентностей сучасної людини. Уміння ефективно використовувати цифрові технології, працювати з інформацією, аналізувати дані та застосовувати сучасні програмні засоби стають важливою складовою освітньої підготовки. Значний потенціал для формування цифрової грамотності мають фізико-математичні дисципліни, які поєднують фундаментальні знання з практичним використанням інформаційно-комунікаційних технологій.

У процесі вивчення математики та фізики учні активно використовують цифрові інструменти для виконання обчислень, побудови графіків, аналізу даних та моделювання різноманітних процесів. Робота з електронними таблицями, системами комп'ютерної математики, програмами динамічної математики та віртуальними лабораторіями сприяє формуванню навичок опрацювання інформації та розвитку дослідницьких умінь. При цьому учні навчаються не лише користуватися програмними засобами, а й критично оцінювати отримані результати. Особливе значення для розвитку цифрової грамотності має математичне моделювання та комп'ютерний експеримент. Використовуючи цифрові технології, учні можуть досліджувати фізичні явища, будувати математичні моделі реальних процесів, аналізувати вплив параметрів на результати дослідження та здійснювати перевірку висунутих гіпотез. Така діяльність сприяє розвитку аналітичного мислення та формуванню навичок роботи з великими обсягами інформації.

Важливою складовою цифрової грамотності є здатність здійснювати пошук, відбір та перевірку інформації. Під час виконання навчальних проєктів і дослідницьких завдань учні працюють із різними цифровими джерелами, аналізують достовірність отриманих даних, навчаються використовувати наукові та освітні ресурси. Це сприяє формуванню інформаційної культури та відповідального ставлення до використання цифрового контенту.

Сучасні освітні платформи та мобільні додатки створюють додаткові можливості для індивідуалізації навчання. Учні можуть самостійно обирати темп роботи, виконувати інтерактивні завдання та здійснювати самоконтроль результатів навчання. Такий підхід сприяє розвитку самостійності, відповідальності та готовності до безперервного навчання впродовж життя.

Отже, фізико-математичні дисципліни мають значний потенціал для формування цифрової грамотності учнів. Поєднання фундаментальних знань із сучасними цифровими технологіями сприяє розвитку дослідницьких умінь, інформаційної культури та здатності ефективно використовувати цифрові ресурси для навчання і розв'язання практичних завдань.

Покровська А.В.,
Адоньєв Є.О., д-р техн. наук,
*Мелітопольський державний педагогічний університет імені Богдана
Хмельницького (м. Запоріжжя, Україна)*

ВИКОРИСТАННЯ ЦИФРОВИХ ІНСТРУМЕНТІВ GEOGEBRA, PHET ТА DESMOS У НАВЧАННІ МАТЕМАТИКИ

Сучасний розвиток інформаційно-комунікаційних технологій відкриває нові можливості для вдосконалення математичної освіти. Одним із перспективних напрямів цифровізації навчального процесу є використання спеціалізованих програмних засобів, які забезпечують наочність, інтерактивність та дослідницький характер навчання. Серед найбільш поширених цифрових інструментів особливе місце займають GeoGebra, PhET та Desmos, які активно використовуються під час вивчення різних розділів шкільного курсу математики.

GeoGebra поєднує можливості динамічної геометрії, алгебри, математичного аналізу та статистики. Використання цього програмного середовища дозволяє будувати графіки функцій, досліджувати геометричні об'єкти, аналізувати залежності між величинами та виконувати математичне моделювання. Завдяки динамічній зміні параметрів учні можуть спостерігати вплив окремих характеристик на поведінку математичних об'єктів, що сприяє глибшому розумінню навчального матеріалу.

Інтерактивні симуляції PhET забезпечують можливість візуалізації математичних і фізичних процесів. Використання таких ресурсів під час навчання дозволяє організовувати дослідницьку діяльність учнів, проводити віртуальні експерименти та аналізувати результати моделювання. Особливо ефективним є застосування симуляцій для вивчення функціональних залежностей, елементів теорії ймовірностей та прикладних аспектів математики.

Платформа Desmos є зручним інструментом для побудови та дослідження графіків функцій. Учні можуть оперативно змінювати параметри математичних моделей, аналізувати поведінку функцій, досліджувати точки перетину графіків та перевіряти результати власних розрахунків. Використання Desmos сприяє розвитку навичок дослідницької діяльності та формуванню вмінь аналізувати математичні залежності. Застосування цифрових інструментів у навчанні математики сприяє підвищенню мотивації учнів до навчання, розвитку критичного мислення та формуванню цифрової компетентності. Робота з інтерактивними ресурсами забезпечує активне залучення учнів до освітнього процесу, створює умови для самостійного дослідження математичних об'єктів і підтримує реалізацію компетентнісного підходу в освіті.

Отже, використання цифрових інструментів GeoGebra, PhET та Desmos підвищує ефективність навчання математики, забезпечує наочність подання матеріалу та створює умови для розвитку дослідницьких умінь учнів. Їх застосування відповідає сучасним тенденціям цифровізації освіти та сприяє формуванню компетентностей, необхідних для успішної діяльності в інформаційному суспільстві.

Пугачов Є.В., д-р. техн. наук,
Літніцький С.І., канд. техн. наук,
Кундрат Т.М., канд. техн. наук,
Зданевич В.А.

Національний університет водного господарства та природокористування (м. Рівне, Україна)

ОБЧИСЛЕННЯ ЕКСПОЗИЦІЇ НАХИЛЕНИХ ПІД ТУПИМ КУТОМ ДО ПЛОЩИНИ ГОРИЗОНТУ ПЛОЩИН ВІД РІЗНИХ ТИПІВ НЕБОЗВОДІВ

У стандартизованому Міжнародною комісією з освітленості документі (CIE S 011/E:2003) та його українському аналогу (ДСТУ ISO 15469:2008) наведено 15-ть математичних моделей типів небозводів. Згадані документи є ще відносно новими, і тому потребують як додаткового аналізу, так і коректного застосування (адаптації), зокрема, для умов України. Ці 15-ть математичних моделей типів небозводів є вихідною інформацією для моделювання природної освітленості та інших характеристик світлового поля.

Для розрахунку експозиції нахиленої під тупим кутом площини були обрані 79-й день року (20 березня), 172-й день року (21 червня) та 355-й день року (21 грудня). Обчислення проводилися для широти міста Рівне ($50,623^\circ$ пн. ш.). Координати Сонця обчислювались за відомими формулами. Сонячний час відраховувався від сонячного полудня в бік сходу зі знаком «-», в бік заходу зі знаком «+». Спираючись на координати Сонця на певний момент сонячного часу, обчислювалася кутова відстань між елементом небозводу та Сонцем.

Орієнтація площин задавалася з кроком 10° градусів. Кут нахилу площин для кожної орієнтації задавався в межах від 90° до 170° також з кроком 10° градусів. Для кожної площини тривалість сонячного дня від сходу до заходу Сонця для кожного з обраних днів року була поділена на 30 рівних інтервалів і, відповідно, 31 момент сонячного часу, на межах яких обчислювалася освітленість для всіх 15-ти математичних моделей небозводу. Таким чином були отримані дискретно представлені криві залежності освітленості нахиленої під тупим кутом до площини горизонту площини від сонячного часу. Далі дискретні значення освітленості інтерполювалися кубічними сплайнами з метою інтегрування по сонячному часу, що дозволило отримати сумарну за день освітленість (експозицію). Обчислення проводилися в системі комп'ютерної математики MatLab. Освітленість обчислювалась у кілолюксах.

Інформація щодо сумарної за день освітленості нахиленої під тупим кутом площини для даного типу небозводу, характерного для певної місцевості, дозволяє оцінювати ресурси природної освітленості, визначити критичну зовнішню освітленість, раціонально використовувати штучне освітлення, заощаджуючи на ньому.

Сюсюкан Ю.М.,
Адоньєв Є.О., д-р техн. наук,
*Мелітопольський державний педагогічний університет імені Богдана
Хмельницького (м. Запоріжжя, Україна)*

ВИКОРИСТАННЯ ЦИФРОВИХ ІНСТРУМЕНТІВ У НАВЧАННІ ФІЗИКИ

Стрімкий розвиток інформаційно-комунікаційних технологій зумовлює необхідність модернізації освітнього процесу та впровадження сучасних цифрових інструментів у навчання природничих дисциплін. Особливого значення це набуває під час вивчення фізики, оскільки значна частина фізичних явищ і процесів потребує наочного представлення, експериментального дослідження та математичного аналізу. Використання цифрових технологій сприяє підвищенню якості навчання, розвитку пізнавальної активності учнів та формуванню їхньої цифрової компетентності.

Сучасні цифрові інструменти дозволяють реалізувати нові підходи до організації навчальної діяльності. До таких засобів належать віртуальні лабораторії, інтерактивні симуляції, електронні освітні платформи, мобільні додатки та програми для комп'ютерного моделювання. Їх використання забезпечує наочне представлення фізичних процесів, дозволяє досліджувати закономірності перебігу явищ та проводити експерименти в умовах, коли використання реального обладнання є обмеженим або неможливим.

Особливе місце в освітньому процесі займають інтерактивні симуляції, зокрема ресурси PhET, які дозволяють моделювати механічні, електричні, теплові та оптичні явища. Учні мають можливість змінювати параметри експерименту, аналізувати результати та встановлювати причинно-наслідкові зв'язки між фізичними величинами. Такий підхід сприяє розвитку дослідницьких умінь та формуванню наукового стилю мислення.

Важливим напрямом використання цифрових технологій є комп'ютерне моделювання фізичних процесів. Застосування електронних таблиць, графічних редакторів, систем комп'ютерної математики та спеціалізованого програмного забезпечення дозволяє учням будувати математичні моделі, аналізувати результати експериментів та візуалізувати отримані дані. Це забезпечує інтеграцію фізичних знань із математичними методами дослідження та сприяє розвитку аналітичного мислення.

Використання цифрових інструментів також створює умови для індивідуалізації навчання. Учні можуть працювати у власному темпі, виконувати інтерактивні завдання, здійснювати самоконтроль результатів та отримувати оперативний зворотний зв'язок. Це позитивно впливає на мотивацію до навчання, підвищує зацікавленість предметом та сприяє формуванню навичок самостійної роботи.

Отже, цифрові інструменти є ефективним засобом удосконалення навчання фізики. Їх використання забезпечує наочність освітнього процесу, сприяє розвитку дослідницьких компетентностей, формуванню цифрової грамотності та підвищенню якості підготовки учнів до діяльності в умовах сучасного інформаційного суспільства.

Сімонова О.Г., канд. техн. наук,
Федченко Г.В., канд. техн. наук,
Охотська О.В.,
Омельченко Я.В.,

*Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»
(м. Харків, Україна)*

МОДЕЛЬ АДАПТИВНОЇ СИСТЕМИ ЕФЕКТІВ РУЙНУВАННЯ МАТЕРІАЛІВ ПРИ СТВОРЕННІ ІГРОВОГО СЕРЕДОВИЩА НА БАЗІ UNREAL ENGINE

В роботі досліджується актуальна тема, що зумовлена зростаючими вимогами до візуальної якості та продуктивності в інтерактивних середовищах. У сучасному геймдеві правдоподібність фізичних процесів, зокрема, ефектів руйнування, важливо забезпечити без перевищення обчислювального бюджету кадру. Надмірне навантаження на систему призводить до зниження FPS, що критично для ігрового досвіду. Об'єктом дослідження є інтерактивне 3D-середовище з динамічними ефектами. Предметом дослідження є методи моделювання, симуляції та оптимізації ефектів руйнування в рушії Unreal Engine 5. Наукова новизна роботи полягає в створенні математичної моделі для оцінки обчислювальної складності візуальних ефектів та її інтеграції у рушій Unreal Engine для забезпечення продуктивності при високій візуальній якості.

Практичне значення дослідження визначається питаннями реалістичності й фізичної правдоподібності ігрових світів, що набуває особливої ваги. Гравці очікують не лише красиву графіку, але й правдоподібну поведінку середовища, у якому вони взаємодіють. Один із ключових елементів цієї взаємодії – руйнування об'єктів: чи то розбита скляна вітрина, проламана дерев'яна дошка, або уламки після вибуху. Відображення фізичних властивостей матеріалів у реальному часі – складне технічне завдання, особливо коли мова йде про інтерактивність, тобто можливість гравця безпосередньо впливати на руйнування об'єктів. Це включає як візуальні, так і фізичні наслідки: анімацію розлому, появу уламків, частинок, зміну геометрії об'єкта та його стану у грі.

У реальному світі руйнування – результат перевищення меж міцності матеріалу. У віртуальному – це необхідність імітувати це перевищення швидко, переконливо, і без втрат у продуктивності. При високих обчислювальних витратах, що пов'язані з симуляцією фізики, у більшості випадків потрібен компроміс між точністю моделювання та швидкістю. Особливо це критично для складних сцен з великою кількістю динамічних об'єктів.

Результатом дослідження стала реалізація системи адаптивного керування ефектами руйнування з урахуванням обмежень реального часу, а також створення повноцінного віртуального середовища із 3D-персонажем, сценами та візуальними ефектами, виконаними у Blender і Unreal Engine.

Собенко В.Р.,
Спірінцев Д.В., канд. техн. наук,
*Мелітопольський державний педагогічний університет імені Богдана
Хмельницького (м. Запоріжжя, Україна)*

ІСТОРІЯ МАТЕМАТИКИ ТА ФІЗИКИ ЯК ЗАСІБ ФОРМУВАННЯ ЗАГАЛЬНОКУЛЬТУРНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ УЧНІВ

У сучасній освіті важливого значення набуває формування загальнокультурної компетентності учнів, яка передбачає усвідомлення ними культурної цінності наукових знань, розуміння внеску видатних учених у розвиток цивілізації та здатність використовувати історичний досвід людства для власного інтелектуального розвитку. Одним із ефективних засобів реалізації цього завдання є позакласна робота з історії математики та фізики.

Історико-науковий матеріал дозволяє розкрити процес становлення математичних і фізичних знань, показати взаємозв'язок науки, культури та суспільного розвитку. Ознайомлення учнів із життям і діяльністю видатних математиків та фізиків сприяє формуванню стійкого пізнавального інтересу, розширенню світогляду та усвідомленню ролі науки в розвитку людства. Особливу цінність мають відомості про історію виникнення математичних понять, фізичних законів і методів дослідження навколишнього світу.

Ефективними формами позакласної роботи є тематичні вечори, науково-популярні лекції, вікторини, учнівські конференції, дослідницькі проєкти та історичні екскурсії. Під час підготовки таких заходів учні працюють з різноманітними джерелами інформації, аналізують історичні факти, порівнюють різні наукові підходи та презентують результати власних досліджень. Це сприяє розвитку комунікативних умінь, критичного мислення та навичок самостійної роботи.

Важливу роль у популяризації історії науки відіграють сучасні цифрові технології. Використання мультимедійних презентацій, віртуальних музеїв, електронних архівів, освітніх платформ та інтерактивних ресурсів забезпечує наочність подання матеріалу та підвищує зацікавленість учнів. Поєднання традиційних і цифрових форм роботи створює сприятливі умови для формування цілісного уявлення про розвиток математичних і фізичних знань.

Звернення до історії математики та фізики дозволяє показати учням, що наукові відкриття є результатом наполегливої праці багатьох поколінь дослідників. Усвідомлення історичного шляху розвитку науки сприяє вихованню поваги до інтелектуальної спадщини людства, формуванню ціннісних орієнтацій та розвитку загальної культури особистості.

Отже, позакласна робота з історії математики та фізики є важливим засобом формування загальнокультурної компетентності учнів, розвитку їхнього наукового світогляду та підвищення інтересу до вивчення природничо-математичних дисциплін.

Субоцький Є.А.,
Верещага В.М., д-р техн. наук,
*Мелітопольський державний педагогічний університет імені Богдана
Хмельницького (м. Запоріжжя, Україна)*

ФОРМУВАННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ СТАРШОКЛАСНИКІВ У ПРОЦЕСІ ВИВЧЕННЯ АЛГЕБРИ І ПОЧАТКІВ АНАЛІЗУ

Сучасна математична освіта орієнтована на формування компетентної особистості, здатної застосовувати здобуті знання для розв'язування навчальних і практичних завдань. У зв'язку з цим особливого значення набуває формування математичної компетентності учнів, яка охоплює систему знань, умінь, способів діяльності та ціннісних орієнтацій, необхідних для успішного використання математичних методів у різних сферах життя. Важливу роль у цьому процесі відіграє курс алгебри і початків аналізу, що є основою математичної підготовки старшокласників.

У процесі вивчення алгебри і початків аналізу учні опановують поняття функції, похідної, інтеграла, рівнянь, нерівностей та елементів математичного моделювання. Засвоєння цих тем сприяє розвитку логічного мислення, вмінь аналізувати математичні залежності, встановлювати закономірності та робити обґрунтовані висновки. Формування математичної компетентності передбачає не лише оволодіння теоретичними знаннями, а й здатність використовувати їх для пояснення реальних процесів і явищ. Важливим засобом формування математичної компетентності є розв'язування практико-орієнтованих задач. Такі завдання дозволяють пов'язати математичний матеріал із реальними життєвими ситуаціями, демонструють прикладне значення математичних знань та сприяють розвитку навичок математичного моделювання. У процесі роботи над задачами учні навчаються аналізувати умови, будувати математичні моделі, обирати методи розв'язання та інтерпретувати отримані результати.

Особливого значення набуває розвиток самостійної навчальної діяльності учнів. Формування математичної компетентності передбачає здатність здійснювати пошук інформації, критично оцінювати отримані результати, використовувати математичні методи для розв'язування нових задач і працювати над власним професійним та інтелектуальним розвитком. Саме тому ефективне навчання алгебри і початків аналізу повинно ґрунтуватися на поєднанні традиційних методів навчання з дослідницькими та компетентнісно орієнтованими підходами.

Отже, курс алгебри і початків аналізу має значний потенціал для формування математичної компетентності старшокласників. Використання практико-орієнтованих завдань, математичного моделювання та сучасних цифрових технологій сприяє розвитку логічного мислення, дослідницьких умінь і здатності застосовувати математичні знання для розв'язування різноманітних практичних проблем.

Суліма М.В.,
Шоман О.В., д-р техн. наук,
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»
(м. Харків, Україна)

ОСОБЛИВОСТІ РОЗРОБКИ ОСНОВНИХ КОМПОНЕНТІВ КОМП'ЮТЕРНОЇ ГРИ В ЖАНРІ SOULS-LIKE В СЕРЕДОВИЩІ UNREAL ENGINE

В розробці комп'ютерних ігор все більше розробників намагаються досягти унікальності елементів ігрових систем та збільшення динаміки взаємодії гравця з ключовим персонажем гри. Перспективним на сьогодні, як свідчать відкриті джерела, є жанр Souls-like. Ігри в цьому жанрі все менше використовують класичні статичні механіки.

Все більше розвиваються динамічні, адаптивні та технологічно складні системи взаємодії між гравцем і ключовим персонажем – «ворогом». Аби забезпечити сучасні тенденції створення складних бойових механік, підвищення рівня складності самих ігор, де гравцю доводиться застосовувати навіть дещо нові вміння та логіку, потрапляти в непередбачувані умови в процесі гри, розробники спрямовують свої зусилля на вдосконалення штучного інтелекту «ворога».

В роботі досліджується процес створення гри в жанрі Souls-like в середовищі Unreal Engine. В розробці системи гри в жанрі Souls-like поєднуються складний геймплей, адаптивний штучний інтелект, процедурна генерація та сучасні технології машинного навчання. Основною задачею є створення системи, в якій поведінка «ворога» не буде повністю фіксованою, а зможе адаптуватися до рівня «здоров'я». Запропоновано математичну модель, що дозволяє реалізувати адаптивну систему поведінки «боса» («ворога»). В цій системі складність бою динамічно змінюється залежно від ступеня розвитку сутички. Адаптивний AI аналізує поведінку користувача (гравця) під час бою та змінює власну тактику боса залежно від стилю гри.

Створено бойову систему з адаптивною поведінкою та фазовими механіками босів, що дозволяє дослідити можливості динамічного AI у Souls-like іграх. Система забезпечує плавний ігровий процес без значних просідань FPS. На відміну від класичних фіксованих патернів Souls-like ігор, запропонована модель забезпечує більш варіативний та менш передбачуваний бойовий процес, що підвищує реіграбельність та покращує загальне сприйняття складності гри.

Перспективою подальших досліджень є розширення адаптивної системи поведінки шляхом збільшення кількості тактичних сценаріїв та врахування більшої кількості параметрів ігрового процесу. Це дозволить підвищити реалістичність поведінки віртуальних персонажів і забезпечити більш варіативний та непередбачуваний перебіг бойових взаємодій.

Терещук М.О., канд. техн. наук

Київський національний університет будівництва і архітектури (м. Київ, Україна)

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ АРХІТЕКТУРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ПРАВОСЛАВНИХ КАПЛИЦЬ

Сучасний етап існування України є важким історичним періодом, який пов'язаний із воєнними діями на її території. Зазначені обставини спричиняють загибель людей, їх каліцтва, призводять до руйнування багатьох будівель і споруд, у тому числі й сакральних архітектурних об'єктів. В окреслених скрутних умовах усе частіше громадяни нашої держави, серед яких більшість становлять православні християни, звертаються за підтримкою до всевишніх сил.

Через обмежені матеріальні та фінансові можливості парафіян нині популярне зведення не великих храмів, а маленьких каплиць, які розташовуються у святих місцях, на перехрестях доріг, біля цілющих джерел, у лікарнях, військових містечках, парках, скверах, на кладовищах і т. д.

Відомо, що православ'я вимагає суворого дотримання архітектурних канонів для культових будівель. Проте, бажаною вважається також їх висока індивідуальність та естетична привабливість. Акцентоване протиріччя пропонується долати шляхом використання методології структурно-параметричного геометричного моделювання в середовищі BIM (Building Information Modelling) технологій. Важливою перевагою використання BIM-технологій у проектуванні сакральних споруд є можливість створення єдиної цифрової моделі об'єкта, яка містить не лише геометричні характеристики, а й інформацію про конструктивні елементи, будівельні матеріали, інженерні системи та етапи реалізації проєкту. Це дозволяє здійснювати комплексний аналіз архітектурних рішень, оцінювати їх відповідність канонічним вимогам, прогнозувати витрати на будівництво та подальшу експлуатацію споруди. Крім того, цифрові моделі можуть використовуватися для збереження культурної спадщини, відновлення пошкоджених або зруйнованих культових об'єктів та створення електронних архівів сакральної архітектури.

Застосування вказаних засобів дозволяє значно підвищувати якість багатьох об'єктів, зменшувати витрати під час їх розроблення, спорудження та експлуатації, тобто протягом усього життєвого циклу. Представлені прийоми варіантного формоутворення забезпечують належну різноманітність сакральних будівель, яку проілюстровано на прикладі православних каплиць.

Напрацьована методика, в разі необхідності, може бути поширена на храми не тільки решти християнських конфесій, а й інших релігій. Однак, це потребує проведення подальших наукових досліджень з розглянутої тематики.

Удовиченко А.М.,
Лисенко К.Ю., PhD,
Верещага В.М., д-р техн. наук,
*Мелітопольський державний педагогічний університет імені Богдана
Хмельницького (м. Запоріжжя, Україна)*

ЗАСТОСУВАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ ЗАСОБІВ ПІД ЧАС ВИВЧЕННЯ ТЕМИ «ПОКАЗНИКОВА ФУНКЦІЯ»

Сучасний розвиток цифрових технологій сприяє активному впровадженню комп'ютерних засобів у процес навчання математики. Їх використання дозволяє підвищити наочність навчального матеріалу, активізувати пізнавальну діяльність учнів та створити умови для організації дослідницької роботи. Особливо ефективним є застосування комп'ютерних технологій під час вивчення теми «Показникова функція», яка належить до важливих розділів курсу алгебри і початків аналізу та є основою для подальшого вивчення логарифмічної функції, математичного аналізу та математичного моделювання.

Під час вивчення показникової функції учні знайомляться з її властивостями, графіком та практичними застосуваннями. Використання комп'ютерних засобів дає можливість візуалізувати зміну графіка функції залежно від значення основи, досліджувати її монотонність, області визначення та значень. За допомогою програм динамічної математики учні можуть у режимі реального часу змінювати параметри функції та спостерігати результати цих змін, що сприяє глибшому розумінню навчального матеріалу. Ефективними інструментами під час вивчення теми є GeoGebra, Desmos, математичні онлайн-платформи та електронні освітні ресурси. Їх використання дозволяє організувати навчальні дослідження, виконувати побудову графіків, аналізувати властивості функцій та здійснювати перевірку отриманих результатів. Завдяки цьому учні переходять від пасивного сприйняття інформації до активної дослідницької діяльності. Особливого значення набуває використання комп'ютерних засобів під час розв'язування прикладних задач. Показникові функції широко застосовуються для опису процесів зростання та спадання, фінансових розрахунків, демографічних процесів, фізичних і біологічних явищ. Комп'ютерне моделювання дозволяє досліджувати такі процеси, аналізувати отримані результати та встановлювати зв'язок між математичною моделлю і реальними об'єктами. Використання цифрових технологій також сприяє індивідуалізації навчання. Учні можуть працювати у власному темпі, виконувати інтерактивні вправи, отримувати оперативний зворотний зв'язок та здійснювати самоконтроль результатів навчання. Це підвищує мотивацію до вивчення математики та сприяє розвитку навичок самостійної роботи.

Отже, застосування комп'ютерних засобів під час вивчення теми «Показникова функція» підвищує ефективність навчального процесу, забезпечує наочність подання матеріалу та створює умови для розвитку математичної компетентності учнів. Поєднання традиційних методів навчання з сучасними цифровими технологіями відповідає вимогам сучасної математичної освіти та сприяє формуванню дослідницьких умінь старшокласників.

Устименко К.Д.,
Спирінцев Д.В., канд. техн. наук,
*Мелітопольський державний педагогічний університет імені Богдана
Хмельницького (м. Запоріжжя, Україна)*

МІЖПРЕДМЕТНІ ЗВ'ЯЗКИ МАТЕМАТИКИ ТА ФІЗИКИ ЯК ЗАСІБ ФОРМУВАННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ УЧНІВ

Одним із важливих завдань сучасної математичної освіти є формування математичної компетентності учнів, що передбачає здатність застосовувати математичні знання, уміння та способи діяльності для розв'язування навчальних і практичних завдань. Ефективним засобом реалізації цього завдання є використання міжпредметних зв'язків математики та фізики, які сприяють усвідомленню практичного значення математичних знань і формуванню цілісного наукового світогляду.

Математика є основою для опису та дослідження фізичних процесів і явищ. Під час вивчення фізики учні використовують математичний апарат для виконання обчислень, побудови графіків, аналізу залежностей між величинами та інтерпретації результатів експериментів. Завдяки цьому створюються сприятливі умови для закріплення математичних знань і розвитку вмінь застосовувати їх у нових навчальних ситуаціях.

Особливу роль у формуванні математичної компетентності відіграють фізико-математичні задачі. Розв'язування таких завдань вимагає від учнів аналізу умови, побудови математичної моделі процесу, вибору способу розв'язання та оцінювання отриманих результатів. Така діяльність сприяє розвитку логічного мислення, навичок математичного моделювання та вміння використовувати математичні знання для пояснення явищ навколишнього світу.

Важливим напрямом реалізації міжпредметних зв'язків є організація дослідницької діяльності учнів. Під час виконання навчальних проєктів і експериментальних робіт учні здійснюють вимірювання фізичних величин, обробляють результати спостережень, будують графіки та встановлюють функціональні залежності. Це дозволяє інтегрувати математичні методи з фізичними дослідженнями та формувати навички роботи з реальними даними.

Суттєві можливості для реалізації міжпредметного підходу надають сучасні цифрові технології. Використання електронних таблиць, систем комп'ютерної математики, програм динамічної математики та віртуальних лабораторій забезпечує наочність навчання, сприяє проведенню комп'ютерних експериментів і поглиблює розуміння математичних та фізичних закономірностей. Це підвищує ефективність освітнього процесу та сприяє розвитку дослідницьких компетентностей учнів.

Отже, використання міжпредметних зв'язків математики та фізики є важливим засобом формування математичної компетентності учнів. Поєднання знань із різних навчальних дисциплін сприяє розвитку логічного мислення, навичок математичного моделювання та здатності застосовувати математичні методи для розв'язування практичних і дослідницьких завдань.

Хропост В.І., доктор філософії,
Кресан Т.А., канд. техн. наук,
Заболотній О.А., канд. пед. наук,

ВП НУБіП України «Ніжинський агротехнічний інститут» (м. Ніжин, Україна)

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ПРУЖНОГО ЗГИНАННЯ ЛИСТОВОГО МЕТАЛУ ЗА ДОПОМОГОЮ ВАЛКІВ

Роботу присвячено розв'язанню актуальної науково-технічної задачі - розробці математичного апарату для точного налаштування вальцювального обладнання при виготовленні конічних деталей із листового металу з урахуванням ефекту пружинення.

Процес згинання листового матеріалу є одним із найбільш поширених методів формоутворення в машинобудуванні, проте його точність суттєво обмежена властивостями пружного відновлення форми заготовки після зняття навантаження. У роботі детально проаналізовано відмінності між вальцюванням циліндричних та конічних поверхонь, акцентовано увагу на необхідності узгодження геометричних параметрів формуючих валків та розгортки заготовки.

Наукова новизна дослідження полягає у застосуванні методів диференціальної геометрії та сферичної тригонометрії для опису деформації розгортних поверхонь. Автором обґрунтовано використання концепції «фіктивного конуса», параметри якого (фіктивна нормальна кривина та фіктивний кут при вершині) розраховуються на основі показника пружинення матеріалу.

Математично доведено, що при згинанні геодезична кривина лінії на поверхні залишається незмінною, що дозволило вивести систему рівнянь для визначення параметрів налаштування середнього валка.

У статті представлено параметричні рівняння фіктивного конуса та запропоновано методику переходу від лінійних до кутових розмірів за допомогою сфери одиничного радіуса. Це дає змогу визначити точне просторове положення верхнього формуючого валка через кут повороту його осі. Практична значущість роботи підтверджена конкретними прикладами розрахунку для різних конфігурацій валків, що ілюструють можливість отримання ідентичних деталей при різних налаштуваннях обладнання.

Запропоновані залежності дозволяють не лише автоматизувати процес проектування заготовок у вигляді плоских кілець, а й суттєво підвищити якість готових виробів за рахунок упередженого згинання. Результати дослідження можуть бути впроваджені на підприємствах, що використовують листозгинальні машини для виробництва складнопрофільних деталей.

Шеліхова І. Б., канд. техн. наук,
Краєвська О. О.,
Литвинчук Д. Д.,

*Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»
(м. Харків, Україна)*

ГЕНЕРАЦІЯ КОМПОЗИЦІЙНИХ СІТОК НА ОСНОВІ ФРАКТАЛЬНИХ СТРУКТУР І РЕКУРЕНТНИХ МОДЕЛЕЙ

У дослідженні розв'язано науково-практичне завдання формалізації та автоматизації процесу побудови складних композиційних структур для цифрового дизайну. Об'єктом дослідження є процеси генерації композиційних сіток, а предметом – математичні моделі на основі фрактальних структур та рекурентних алгоритмів. Метою роботи є розробка та програмна реалізація методів автоматизованої генерації дев'яти типів сіток (зокрема фрактальних, стохастичних та ітеративних) для підвищення варіативності та обґрунтованості дизайнерських рішень. У ході дослідження використано методи математичного моделювання, теорії фракталів та алгоритмічного проєктування. Наукова новизна полягає в інтегрованому підході до параметризації фрактальних і рекурентних структур (килим Серпінського, бінарне розбиття, золотий перетин тощо) для потреб композиційного макетування, а також у визначенні формальних критеріїв їхньої придатності (щільність, симетрія, масштабованість). Доведено, що використання ітераційних моделей, таких як Quadtree та Binary Split, дозволяє досягти оптимального балансу між візуальною складністю та функціональною логікою інтерфейсу. Практичне значення результатів підтверджено розробкою спеціалізованого плагіна для середовища Figma (TypeScript, Figma Plugin API), який дозволяє автоматизувати створення адаптивних макетів і суттєво скорочує час підготовки первинних композиційних рішень у професійній діяльності UI/UX-дизайнерів.

Запропоновані алгоритми забезпечують системний підхід до побудови композиційних структур, що виходить за межі інтуїтивних або стандартних модульних рішень. У дослідженні запропоновано формалізовані критерії оцінки придатності моделей, які створюють основу для обґрунтованого вибору оптимальної сітки залежно від функціонального призначення інтерфейсу та динамічності контенту. Проведений аналіз продемонстрував переваги фрактальних структур у створенні ієрархічних систем, що зберігають цілісність при масштабуванні. Реалізація у вигляді плагіна демонструє можливість інтеграції складних математичних структур у щоденну практику, забезпечуючи гармонійність пропорцій та гнучкість адаптації до контенту різної щільності. Отримані результати відкривають перспективи розширення бібліотеки генераторів, оптимізації алгоритмів для роботи з великими даними та інтеграції з інтелектуальними системами підтримки дизайнерських процесів.

Шликов С.Ю., аспірант

Мелітопольський державний педагогічний університет імені Богдана Хмельницького (м. Запоріжжя, Україна)

СУЧАСНІ МЕТОДИ ГЕОМЕТРИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ДИСКРЕТНО ЗАДАНИХ КРИВИХ

У сучасних системах комп'ютерного моделювання, автоматизованого проєктування, комп'ютерної графіки та цифрової обробки даних значна частина інформації подається у вигляді дискретних наборів точок. Такі дані можуть описувати контури об'єктів, траєкторії руху, результати експериментальних вимірювань або геометричні характеристики складних процесів. У зв'язку з цим важливого значення набувають методи побудови неперервних кривих, які дозволяють відновлювати геометричну форму об'єкта та забезпечувати її подальший аналіз.

Одним із ключових напрямів геометричного моделювання є інтерполяція та апроксимація дискретно заданих кривих. Залежно від поставленої задачі можуть використовуватись різні способи математичного опису, зокрема явне, неявне та параметричне задання кривих. Важливими характеристиками при цьому є гладкість отриманої кривої, локальність керування її формою, обчислювальна ефективність та точність відтворення вихідних даних.

У роботі розглянуто основні підходи до моделювання дискретно заданих кривих, серед яких поліноміальна інтерполяція, сплайнові методи, криві Безьє, B-сплайни, NURBS-моделі та підроздільні схеми. Кожен із зазначених підходів має власні переваги та обмеження. Поліноміальні моделі забезпечують точне проходження через задані точки, проте можуть втрачати стійкість при збільшенні їх кількості. Сплайнові технології дозволяють досягати високої гладкості та локального контролю форми кривої. Підроздільні алгоритми забезпечують ефективне згладжування полігональних ліній і широко застосовуються у комп'ютерній графіці.

Особливий інтерес становлять сучасні методи, що поєднують властивості інтерполяції, локальної адаптації та високої точності відтворення геометричних залежностей. До таких підходів належать варіаційні методи, алгоритми на основі рухомих найменших квадратів, а також композиційні моделі, які дозволяють враховувати особливості структури вихідних даних. Використання подібних методів створює можливість побудови кривих із заданими геометричними властивостями та підвищення якості математичного опису складних об'єктів.

Проведений аналіз свідчить, що розвиток методів геометричного моделювання дискретно заданих кривих залишається актуальним науковим напрямом. Подальші дослідження доцільно спрямувати на розроблення адаптивних алгоритмів, які поєднуюватимуть високу точність, гладкість, локальне керування формою та ефективність обчислень. Такі підходи можуть бути використані в задачах комп'ютерної графіки, інженерного проєктування, обробки просторових даних та цифрового моделювання складних геометричних об'єктів.

Шматко К.Ф.,
Титаренко Н.Є.,
Спірінцев Д.В., канд. техн. наук,
*Мелітопольський державний педагогічний університет імені Богдана
Хмельницького (м. Запоріжжя, Україна)*

ІНТЕГРАЦІЯ STEM-ПІДХОДУ У ПРОЦЕС НАВЧАННЯ МАТЕМАТИКИ ТА ФІЗИКИ В СТАРШІЙ ШКОЛІ

Сучасний розвиток науки й технологій зумовлює необхідність удосконалення підходів до навчання природничо-математичних дисциплін. Одним із перспективних напрямів модернізації освіти є впровадження STEM-підходу, який передбачає інтеграцію знань із природничих наук, технологій, інженерії та математики для розв'язання практичних і дослідницьких завдань. Особливого значення STEM-освіта набуває у старшій школі, де створюються умови для професійного самовизначення учнів та формування компетентностей, необхідних для майбутньої діяльності в умовах технологічного суспільства.

Інтеграція STEM-підходу в процес навчання математики та фізики сприяє встановленню міжпредметних зв'язків та формуванню цілісного уявлення про закономірності навколишнього світу. Під час вивчення математичних і фізичних понять учні отримують можливість застосовувати набуті знання для аналізу реальних процесів, проведення експериментів та створення власних проєктів. Це дозволяє підвищити практичну спрямованість навчання та посилити мотивацію до вивчення дисциплін природничо-математичного циклу.

Важливим елементом STEM-навчання є використання математичного моделювання. Побудова моделей фізичних процесів сприяє розвитку аналітичного мислення та вмінню інтерпретувати результати досліджень. У процесі STEM-проєктів учні навчаються збирати й аналізувати дані, формулювати гіпотези та презентувати результати роботи. Сучасні цифрові технології, зокрема системи комп'ютерної математики, віртуальні лабораторії та засоби моделювання, забезпечують високий рівень наочності й інтерактивності навчання та дозволяють досліджувати складні математичні й фізичні явища. Реалізація STEM-підходу сприяє розвитку критичного мислення, творчих здібностей, комунікативних навичок і вмінь працювати в команді, а також формує здатність застосовувати знання для розв'язання практичних проблем.

Отже, інтеграція STEM-підходу у процес навчання математики та фізики в старшій школі є важливим напрямом удосконалення сучасної освіти. Вона забезпечує поєднання теоретичної підготовки з практичною діяльністю, сприяє формуванню ключових і предметних компетентностей та підготовці учнів до успішної діяльності в умовах сучасного інформаційно-технологічного суспільства.

Шматко К.Ф.,
Тищенко О.О.,
Спирінцев Д.В., канд. техн. наук,
*Мелітопольський державний педагогічний університет імені Богдана
Хмельницького (м. Запоріжжя, Україна)*

ВИКОРИСТАННЯ ДИНАМІЧНИХ МАТЕМАТИЧНИХ СЕРЕДОВИЩ ПІД ЧАС ВИВЧЕННЯ ГЕОМЕТРІЇ

Сучасний розвиток цифрових технологій зумовлює необхідність упровадження нових підходів до навчання математики, серед яких важливе місце посідають динамічні математичні середовища. Їх використання сприяє підвищенню наочності навчального матеріалу, активізації пізнавальної діяльності учнів та формуванню дослідницьких умінь. Особливо ефективним є застосування таких засобів під час вивчення геометрії, де значна частина понять пов'язана з просторовими уявленнями та дослідженням властивостей геометричних фігур.

До найбільш поширених динамічних математичних середовищ належать GeoGebra, Desmos Geometry, Cabri Geometry та Cinderella. Вони дозволяють виконувати побудову геометричних об'єктів, змінювати їх параметри в режимі реального часу та спостерігати за змінами властивостей фігур. Така інтерактивність забезпечує кращу візуалізацію математичних понять і сприяє більш глибокому розумінню геометричних закономірностей.

Використання динамічних середовищ під час вивчення геометрії дає можливість організовувати дослідницьку діяльність учнів. Замість пасивного сприйняття готових тверджень школярі можуть самостійно висувати гіпотези, перевіряти їх шляхом експериментів та робити обґрунтовані висновки. Наприклад, дослідження властивостей медіан, бісектрис і висот трикутника або встановлення залежностей між елементами багатокутників стає більш доступним і зрозумілим.

Важливою перевагою динамічних математичних середовищ є можливість поєднання геометричного та аналітичного підходів до розв'язування задач. Учні можуть одночасно працювати з кресленням, координатами точок, рівняннями та числовими характеристиками об'єктів, що сприяє формуванню цілісного математичного мислення.

Отже, використання динамічних математичних середовищ під час вивчення геометрії підвищує ефективність навчання, сприяє розвитку просторового мислення, дослідницьких навичок та математичної компетентності учнів. Перспективним напрямом подальших досліджень є розробка методик інтеграції таких засобів у навчальний процес закладів загальної середньої освіти.

Шматко К.Ф.,
Кузьменко О.М.,
Спірінцев Д.В., канд. техн. наук,
*Мелітопольський державний педагогічний університет імені Богдана
Хмельницького (м. Запоріжжя, Україна)*

РОЗВИТОК ПРОСТОРОВОГО МИСЛЕННЯ УЧНІВ ЗАСОБАМИ ГЕОМЕТРИЧНИХ ЗАДАЧ

У сучасній математичній освіті одним із важливих завдань є розвиток просторового мислення учнів, яке забезпечує здатність уявляти, аналізувати та перетворювати геометричні образи. Просторове мислення є необхідною складовою математичної компетентності та відіграє важливу роль у вивченні математики, фізики, інженерних дисциплін і комп'ютерних технологій.

Ефективним засобом розвитку просторового мислення виступають геометричні задачі, що потребують побудови уявних образів, аналізу взаємного розташування об'єктів та виконання просторових перетворень. Особливе значення мають задачі на побудову перерізів многогранників, визначення взаємного положення прямих і площин, обчислення геометричних характеристик просторових тіл, а також задачі на симетрію, обертання та проєктування.

Розв'язування геометричних задач сприяє розвитку вмінь аналізувати просторові відношення, встановлювати логічні зв'язки між елементами фігур та формувати навички математичного моделювання. Важливу роль відіграє використання наочності, моделей геометричних тіл і сучасних цифрових інструментів, які дозволяють візуалізувати складні просторові конструкції та підвищують ефективність засвоєння навчального матеріалу.

Особливої уваги заслуговують дослідницькі та практико-орієнтовані задачі, що спонукають учнів до самостійного пошуку способів розв'язання та формування власних геометричних уявлень. Такий підхід сприяє розвитку творчого мислення, просторової уяви та пізнавальної активності.

Отже, систематичне використання геометричних задач у навчальному процесі є важливим засобом розвитку просторового мислення учнів. Це сприяє підвищенню рівня математичної підготовки, формуванню дослідницьких компетентностей та створює основу для успішного вивчення природничо-математичних дисциплін.

Важливим напрямом розвитку просторового мислення є використання задач прикладного змісту, пов'язаних із реальними об'єктами та процесами. Аналіз архітектурних споруд, технічних конструкцій, картографічних зображень і різноманітних просторових моделей дозволяє учням усвідомити практичне значення геометрії. Такі завдання сприяють формуванню навичок просторової візуалізації, розвитку інтуїції щодо геометричних властивостей об'єктів та підвищують мотивацію до вивчення математики.

Шматко К.Ф.,
Сюсюкан Ю.М.,

*Мелітопольський державний педагогічний університет імені Богдана
Хмельницького (м. Запоріжжя, Україна)*

ВИКОРИСТАННЯ ВІРТУАЛЬНИХ ФІЗИЧНИХ ЕКСПЕРИМЕНТІВ У ПРОФЕСІЙНІЙ ПІДГОТОВЦІ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ФІЗИКИ

Сучасний розвиток інформаційно-комунікаційних технологій суттєво розширює можливості професійної підготовки майбутніх учителів фізики. Одним із перспективних напрямів є використання віртуальних фізичних експериментів, які дозволяють моделювати фізичні процеси та явища в інтерактивному цифровому середовищі. Особливої актуальності такі засоби набули в умовах дистанційного та змішаного навчання, коли доступ до реального лабораторного обладнання може бути обмеженим.

Віртуальні лабораторії забезпечують можливість проведення експериментів з механіки, електродинаміки, молекулярної фізики, оптики та інших розділів фізики без значних матеріальних витрат. Використання платформ PhET, VirtuLab, Algodoo та інших освітніх ресурсів дозволяє студентам досліджувати фізичні закономірності, змінювати параметри моделей і аналізувати результати експериментів у режимі реального часу.

Застосування віртуальних експериментів сприяє формуванню предметних, цифрових і дослідницьких компетентностей майбутніх учителів фізики. Студенти отримують можливість не лише засвоювати зміст фізичних дисциплін, а й опановувати методику використання цифрових технологій у майбутній професійній діяльності. Особливого значення набуває розвиток навичок планування експерименту, аналізу результатів та інтерпретації отриманих даних.

Важливою перевагою віртуальних фізичних експериментів є можливість багаторазового повторення дослідів та вивчення процесів, які складно або неможливо реалізувати в умовах навчальної лабораторії. Це дозволяє студентам детальніше досліджувати фізичні явища, перевіряти гіпотези та встановлювати причинно-наслідкові зв'язки між параметрами моделей. Крім того, використання віртуальних лабораторій сприяє підвищенню мотивації до навчання, розвитку самостійності та формуванню навичок роботи з сучасними цифровими освітніми ресурсами.

Використання віртуальних фізичних експериментів доцільно розглядати як ефективне доповнення традиційних лабораторних робіт. Поєднання реального та цифрового експерименту підвищує якість підготовки майбутніх учителів фізики, сприяє розвитку дослідницького мислення та забезпечує готовність до використання сучасних інформаційно-комунікаційних технологій в освітньому процесі. Отже, інтеграція віртуальних лабораторій у систему професійної підготовки є важливою умовою модернізації фізичної освіти та підвищення ефективності навчання.



**МЕЛІТОПОЛЬСЬКА ШКОЛА ПРИКЛАДНОЇ ГЕОМЕТРІЇ
РАДА ВІТАТИ ВАС НА**

28

**МІЖНАРОДНИЙ
НАУКОВО-ПРАКТИЧНИЙ КОНФЕРЕНЦІЇ
«СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ГЕОМЕТРИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ»**

[illegible]

ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ**28 МІЖНАРОДНОЇ
НАУКОВО – ПРАКТИЧНОЇ
КОНФЕРЕНЦІЇ****СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ГЕОМЕТРИЧНОГО
МОДЕЛЮВАННЯ**

*Рекомендовано до друку та поширення через мережу Інтернет Вченою
радою МДПУ імені Б. Хмельницького,
протокол № 17 від 23 червня 2026 р.*

Підписано до друку 23.06.2026 р. Формат 60x84 1/16
Папір офсетний. Гарнітура Times New Roman Cyr.
Друк цифровий. Ум. друк. арк. 3,3.
Наклад 100 прим. Зам. № 1748

Видавець

Мелітопольський державний педагогічний університет
імені Богдана Хмельницького
Адреса: 69000, м. Запоріжжя, вул. Наукового містечка, 59
Тел. (096) 21 61 372

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до
Державного реєстру видавців, виробників і розповсюджувачів
видавничої продукції від 16.05.2012 р. серія ДК № 4324

Надруковано ФО-П Однорог Т.В.

72313, м. Мелітополь, вул. Героїв Сталінграду, 3а
Тел. (067) 61-20-700

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до
Державного реєстру видавців, виробників і розповсюджувачів
видавничої продукції від 29.01.2013 р. серія ДК № 4477
Тираж 100 прим.