

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



# ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ

**25** МІЖНАРОДНОЇ  
НАУКОВО – ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

**СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ГЕОМЕТРИЧНОГО  
МОДЕЛЮВАННЯ**



УКРАЇНА, МЕЛІТОПОЛЬ  
06-09 червня 2023 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. – в/о ректора Мелітопольського державного педагогічного університету імені Богдана Хмельницького

**Заступник голови:** Спирінцев 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;

Мартин Є.В. – Львів, Україна;

Мартинов В.Л. – Київ, Україна;

Ні Хіугуї – Циндао, КНР;

Пилипака С.Ф. – Київ, Україна;

Протасов Р.В. - Братислава, Словачія;

Репелевич О. – Ченстохово, Польща;

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.

Архіпов О.В., к.тех.н.,

Стрижак Г.О.,

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет (Україна)*

## **ПОРІВНЯННЯ АЛГОРИТМІВ ПОБУДОВИ ТА ВИКОРИСТАННЯ ЛЕКАЛЬНИХ КРИВИХ У ПРОГРАМАХ AUTOCAD ТА AUTODESK INVENTOR**

Сучасні технології передбачають попереднє комп'ютерне моделювання при конструюванні та виготовленні промислових та побутових виробів, елементів декору. Можливість побудови 3D-моделей забезпечується відповідними прикладними програмами, серед яких AutoCAD та Autodesk Inventor є одними з найбільш ефективних та поширених. Саме вони вивчаються студентами технічних спеціальностей багатьох ЗВО України.

Моделювання значної кількості деталей складної геометрії потребує побудови лекальних кривих, які можуть бути елементами утворюючих (або контурів), направляючих, траєкторій видавлювання, що використовуються при кінематичному способі завдання поверхонь деталей.

Можливі послідовності геометричної побудови лекальних кривих (еліпсу, параболи, гіперболи, евольвенти, спіралі Архімеда, циклоїдальних кривих, графіків тригонометричних функцій тощо) є загальновідомими і вивчаються студентами технічних ЗВО. Але сучасні графічні комп'ютерні програми надають різні інструменти, які тим чи іншим чином можуть бути використані для побудови, редагування та подальшого застосування лекальних кривих при тривимірному моделюванні.

В роботі, що пропонується, запропоновано та апробовано можливі алгоритми геометричної побудови лекальних кривих у програмах AutoCAD та Autodesk Inventor. Виконано порівняння наведених алгоритмів та обґрунтування застосування певних команд. Покроково показано побудову параболи, евольвенти, спіралі Архімеда та циклоїди, наведено приклади застосування деяких з цих кривих на етапі тривимірного моделювання, зокрема, автомобільного диска та відцентрового насоса, радіаторної решітки (рис. 1).



Рис. 1. 3D-моделі, що містять лекальні криві у своїй геометрії

Окрему увагу приділено авторами перевагам, які мають моделі, що побудовані в Autodesk Inventor, завдяки параметризації. Згадано і про переваги аналітичного завдання кривих у цій програмі.

Підводячи підсумки можна сказати, що у роботі запропоновано алгоритми побудови лекальних кривих у програмах AutoCAD та Autodesk Inventor, що містять найменшу кількість операцій, та виконано їх порівняння. Апробація результатів була виконана на великій кількості різноманітних геометричних моделей автомобільних деталей та дизайнерських виробів. Отримані результати успішно впроваджуються в навчальний процес ХНАДУ і можуть бути використані як іншими закладами освіти, так і спеціалістами у промисловості та дизайні, діяльність яких пов'язана з проектуванням та тривимірним моделюванням.

Аушева Н.М., д.тех.н.,

Чорний В. О.,

Кардашов О.В., аспірант,

Онисько А.І., к.військ.н.,

Тарнавський Ю.А., к.тех.н.,

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» ( Україна)*

### **ПРОЦЕДУРНА ГЕНЕРАЦІЯ ВОКСЕЛЬНИХ ЛАНДШАФТІВ**

Процедурна генерація ландшафту є технікою візуалізації реалістичних ландшафтів за допомогою комп'ютерних алгоритмів. Цей підхід використовується в ігровій індустрії, комп'ютерній графіці, для візуалізації даних, в тренажерах та симуляторах та в інших областях. Процедурна генерація використовується для створення тривимірних моделей, що включають рельєф, текстури, рослинність. Однією з проблем є створення рельєфу в режимі реального часу, для цього доцільно застосувати принцип багатопотокової обробки інформації.

Ландшафт будується у вигляді воксельної моделі, яка формується на основі значень ізоповерхні, що визначаються на основі значень скалярного поля. Для візуалізації моделі застосовується кубічне відображення. Для позбавлення від надлишку інформації пропонується скористатися жадібним алгоритмом, який призводить до генерації полігональної сітки зі зменшеною кількістю геометрії. Перехід від воксельного ландшафту до полігонів здійснюється двома шляхами на основі алгоритмів поверхневих сіток та маршируючих кубів. Для створення нерегулярного рельєфу застосовується бібліотека шумів, після якої проводиться додаткова обробка для формування ріноманітних географічних рис.

Розроблено програмне забезпечення та проведено його тестування з однаковими параметрами налаштування для різних алгоритмів. Наведено результати тестування та показано зменшення затримки головного потоку при застосуванні принципу багатопотоковості. Для процедурної генерації ландшафту застосована відкрита бібліотека FastNoiseLite, для створення зручного інтерфейсу налаштувань використовується система графічного скриптингу Visual Scripting Blueprint, для розробки плагіну C++ та Visual Studio 2019.

Аушева Н.М., д.тех.н.,

Шаповалова С.І., к.тех.н.

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (Україна)*

## **ВДОСКОНАЛЕННЯ ОСВІТНЬОЇ ПРОГРАМИ «ЦИФРОВІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕНЕРГЕТИЦІ» СПЕЦІАЛЬНОСТІ «КОМП'ЮТЕРНІ НАУКИ» У КПІ ІМ. ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО**

У «Стратегії розвитку Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» на 2020-2025 роки» (<https://osvita.kpi.ua/node/116>) визначено план дій щодо виконання цієї стратегії. Однією із задач є постійне вдосконалення освітніх програм та планів підготовки здобувачів вищої освіти.

На кафедрі «Цифрових технологій і енергетиці» навчально-наукового інституту атомної та теплової енергетики створено у 2021 році нову освітньо-професійну програму спеціальності «Комп'ютерні науки». Комп'ютерні науки лежать в основі всіх галузей людської діяльності, оскільки комп'ютерні технології є основою майже всіх сучасних економічних, політичних, дослідницьких та, насамперед, виробничих процесів. Так, втілення стратегії ЄС, спрямованої на цифровізацію енергетичного сектора, потребує зусиль спеціалістів в галузі комп'ютерних наук. Тому перевагою освітньої програми є поєднання бази комп'ютерних наук та комп'ютерних технологій в енергетиці. Програма спрямована на розуміння фундаментальних принципів та їх застосування на практиці. Водночас студенти отримують практичний досвід і знання таких передових технологій, як штучний інтелект та комп'ютерна графіка. Ці технології відкривають нові можливості — від створення інтелектуальних систем і алгоритмів до розробки візуально приголомшливої графіки. На додаток до курсів, що стосуються основних компетенцій з комп'ютерних наук, студентами опановуються курси, пов'язані з проектуванням, моделюванням та моніторингом об'єктів та систем в енергетиці.

Для вдосконалення освітньої програми були залучені фахівці із ІТ-компанії SoftServe, щоб майбутні випускники змогли отримати сучасну технічну підготовку та досвід роботи ще під час студентських років. У 2023 програму було оновлено на основі пропозицій, що були надані компанією.

Баскова Г.В.,

Міхлевська Н.В.,

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (Україна)*

## **ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ЗНАТЬ СТУДЕНТІВ З ГРАФІЧНИХ ДИСЦИПЛІН**

Наведено деякі результати багаторічних спостережень за навчанням

студентів з курсу нарисної геометрії та інженерної графіки, шляхи підвищення зацікавленості студентів в отриманні знань з графічної підготовки. Розвиток комп'ютерних технологій вплинув на навчальні програми і, на жаль, програми графічних курсів нарисної геометрії та технічного креслення було скорочено. В умовах скорочення учбових навчальних програм курсу інженерної графіки необхідно корегувати навчання студентів, щоб зацікавити, стимулювати їх в оволодінні знаннями графічних дисциплін. Геометричне моделювання завжди викликає посилену роботу просторового уявлення. Послідовне надання знань студентам з основ нарисної геометрії формує у них практичні навички геометричного моделювання, дає можливість зацікавити їх.

Вільне оволодіння моделюванням елементарних геометричних об'єктів, способами побудов підштовхує студентів до особистих розробок епюрних задач, пошуку найбільш оптимального способу їх розв'язання, дає можливість прийняти участь у студентській олімпіаді, оцінити свої знання в змаганнях з іншими студентами, де потрібні не тільки особисті здібності, але й вміння читати запропоновані умови задач, а саме, одночасно складати ланцюги просторової моделі розв'язання задачі та алгоритму практичних дій на комплексному рисунку. Цікавим шляхом підвищення якості підготовки студентів є моделювання розв'язування задачі різними способами нарисної геометрії та порівняння їх. Розв'язування задачі декількома способами розвиває аналітичну складову просторового мислення, що дуже важливо для творчої діяльності інженера. В наведеному прикладі можна розв'язати задачу декількома способами без використання перетворень комплексного рисунку. Можливість і кількість способів розв'язання задачі залежить від об'єму отриманих студентами знань з курсу інженерної графіки. Наведені шляхи підвищення активності самостійної роботи студентів покращують якість знань основ нарисної геометрії, інженерної графіки, розвивають просторове мислення, що дуже важливо при вивчанні інших спеціальних курсів.

Баскова Г. В.

Лазарчук М.В.,

Дейнеко Б.С.,

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»(Україна)*

## **ОСОБИСТЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЕПЮРНИХ ЗАДАЧ З НАРИСНОЇ ГЕОМЕТРІЇ – ОДИН ІЗ ШЛЯХІВ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ЗНАНЬ СТУДЕНТІВ**

За останні роки можна спостерігати поглиблення проблеми вивчення графічних дисциплін, зменшення інтересу студентів до геометричних методів розв'язку задач нарисної геометрії, вони не можуть мислити геометричними образами, створювати просторові моделі розв'язання задач, алгоритми побудов. Виникає потреба стимулювати студентів при оволодінні основами курсів нарисної геометрії та технічного креслення і викладачу знайти шляхи

зацікавлення студентів дисципліною, підвищення якості знань з нарисної геометрії. Для підвищення зацікавленості студентів у вивчанні графічних дисциплін в НТУУ «КПІ імені Ігоря Сікорського» щорічно проводяться студентські олімпіади з інженерної та комп'ютерної графіки і конференція «Прикладна геометрія, інженерна графіка та об'єкти інтелектуальної власності», яка проводиться також щорічно на кафедрі НГІКГ ФМФ. Для залучення студентів до цих заходів та підвищення рівня геометричного мислення у студентів викладачами створені студентські гуртки з геометричного моделювання комплексних задач з нарисної геометрії та технічних об'єктів. Активна робота викладача зі студентами в гуртках, а також самостійна робота студентів дає можливість їм підготуватися на достатньому рівні і взяти участь в олімпіаді і конференції. В гуртках студенти вивчають деякі питання курсу, що не входять у загальну програму дисципліни та удосконалюють свої практичні навички. Методика підготовки студентів включає важливе питання особистого моделювання епюрних завдань. За планом роботи гуртка студенти виконують завдання геометричного моделювання умови задачі, запропонованої на олімпіадах минулих років, тобто моделюється завдання геометричних об'єктів задачі і проводиться аналіз рішень. Це дає можливість закріпити практичні навички студентів, поглибити просторове мислення, мислення геометричними образами, легше складати просторові моделі рішення запропонованих задач, складати оптимальні алгоритми побудов на комплексному рисунку. Такий підхід дає можливість не тільки підвищити рівень підготовки студентів з графічних дисциплін, але підняти їх інтелектуальний потенціал для вивчення інших фундаментальних і спеціальних дисциплін. Студенти отримують первинні навички елементарних геометричних досліджень.

Бедюх Г.С.,

Спірінцев Д.В., к.тех.н.,

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

## **МЕТОДИКА ОРГАНІЗАЦІЇ ДИДАКТИЧНИХ ІГОР НА УРОКАХ МАТЕМАТИКИ ЗАСОБАМИ ІКТ**

Використовуючи гру на заняттях, учитель формує і розвиває в учнів навички та вміння знаходити необхідну інформацію, перетворювати її, виробляти на її основі плани і рішення як в стереотипних, так і в нестереотипних ситуаціях. Відтворення ігрових елементів дозволяє учням подолати більшість труднощів, пов'язаних з умовним характером іншомовного спілкування. Крім того, ігрові ситуації на заняттях покликані створити атмосферу розкутості і безпосередності.

У дидактиці, вивчаючи і досліджуючи різноманітні підходи до педагогічних ігор, за ігровою методикою розрізняють: предметні, сюжетні, рольові, ділові, імітаційні, драматизації. З точки зору навчання математики старшокласників у профільній школі серед запропонованих видів ігор

прийнятними є рольові та ділові ігри. Рольова гра надає можливість відтворити практично будь-яку ситуацію в «ролях», це дозволяє краще зрозуміти психологію людей, з'ясувати їх мотиви і дії під час прийняття важливих рішень, у рольовій грі формуються мотиваційна та емоційноціннісна сфери особистості старшокласників. Ділова гра дозволяє створювати практичні і виробничі ситуації, під час яких всі гравці беруть участь у розв'язанні проблем, відповідних реальним обставинам виробництва, така форма навчання сприяє формуванню інтелектуальної сфери особистості учня та орієнтує його професійно. Ділова гра може бути грою-навчанням, грою-дослідженням, грою-тренінгом, ці аспекти, як правило переплітаються у процесі проходження гри, або домінує один із них, якщо це 15 заздалегідь заплановано метою гри [4]. Основою ділової гри є моделююча вправа, що має на меті засвоєння певних професійних ідентифікацій та способів математичної діяльності, які реалізуються в тій чи іншій професії. Прикладом організації ігрової діяльності може бути виконання певних ролей учнями, залученими до навчальних проектів.

Отже, створення на уроках ігрових ситуацій, забезпечення якісного уроку та впровадження дидактичних ігор на уроці має вносити нове в знання школярів, вчити учнів застосовувати знання в нових умовах, ставити розумову задачу, розв'язання якої вимагає прояву різноманітних форм розумової діяльності.

Бордюженко С.Я., к.т.н.,

Лукиша Р.Т., к.т.н.,

*Національний університет цивільного захисту України (м. Харків, Україна)*

## **МІНІМІЗАЦІЇ ІНТЕГРАЛЬНОГО РИЗИКУ НАДЗВИЧАЙНОЇ СИТУАЦІЇ НА ПРИКЛАДІ БЛИЗНЮКІВСЬКОГО РАЙОНУ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

Реформування Державної служби України з надзвичайних ситуацій вимагає від нас визначення необхідної кількості пожежно-рятувальних підрозділів місцевої і добровільної пожежної охорони в об'єднаних територіальних громадах та надання методичної допомоги органам місцевого самоврядування щодо утворення нових та реформування існуючих пожежно-рятувальних підрозділів (ПРП). Разом з цим, Стратегія розвитку Державної служби України з надзвичайних ситуацій передбачає запровадження системи управління техногенною та пожежною безпекою на основі ризик-орієнтованого підходу. Тому актуальною задачею є виявлення параметрів, що впливають на величину інтегрального ризику, побудова моделей та методів управління даним ризиком, прогнозування рівня ризику для подальшої розробки обґрунтованих рекомендацій стосовно розміщення нових пожежно-рятувальних підрозділів з урахуванням зменшення рівня ризику надзвичайної ситуації (небезпечної події) на досліджуваній території.

В роботі показано обернену залежність між коефіцієнтом покриття



області і часом прямування на надзвичайну ситуацію (небезпечну подію). Під час збільшення кількості пожежних підрозділів час прибуття оперативно-рятувальних груп буде зменшуватися, що безпосередньо впливає на зменшення інтегрального пожежного ризику. Саме тому при наявності фінансування кількість пожежних підрозділів може бути збільшена. Реалізовано мінімізацію інтегрального ризику надзвичайних ситуацій (небезпечних подій) за рахунок збільшення кількості пожежних депо на прикладі Близнюківського району Харківської області. Продемонстровано райони виїзду на реальній карті в Google Maps. Райони виїзду пожежно-рятувальних підрозділів являють собою опуклі багатокутники, вершини яких залежать від сітки доріг. В результаті збільшення з 1-го пожежного депо до 4-х, час реагування на пожежу знизиться на 51 %, а відповідних ризик надзвичайної ситуації зменшиться на 72 %. Під час збільшення кількості пожежних підрозділів скоротиться час прибуття оперативно-рятувальних груп, що безпосередньо впливає на зниження сукупного пожежного ризику.

Ботвіновська С.І., д.тех.н.,

Золотова А.В., к.тех. н.,

Ніколаєнко Т.П., к.тех.н.,

*Київський національний університет будівництва і архітектури (Україна)*

## **АФІННІ ПЕРЕТВОРЕННЯ ВРІВНОВАЖЕНИХ СІТОК, СФОРМОВАНИХ СТАТИКО-ГЕОМЕТРИЧНИМ МЕТОДОМ**

Афінні перетворення описуються лінійними функціями і є детально вивченими на сьогодні. Ці перетворення належать до підгрупи проєктивних перетворень та представляють взаємно однозначне точкове відображення площини або простору на себе. Однак, від проєктивних перетворень афінні перетворення відрізняються появою ще одно додаткового інваріанту, коли невласні елементи простору перетворюються на невласні. У такому випадку зберігається просте відношення трьох точок прямої або паралельність лінійних підпросторів. Серед прикладів такого перетворення можна виділити: перетворення подібності; розтягіння площини, лінії або просторової фігури вздовж заданого напрямку відносно заданої подвійної площини; стискання об'єкта під дією рівномірного стиску. З точки зору формування дискретних каркасів кривих ліній або поверхонь при афінному перетворенні не порушується рівновага дискретної сітки сформованої статико-геометричним методом. Доведено, що результатом афінного перетворення із заданими коефіцієнтами дискретної сітки сформованої СГМ, яка обмежує певний об'єм, є інша зрівноважена дискретна сітка, що перекриває новий об'єм, але має ті ж самі коефіцієнти афінного перетворення. Афінне перетворення векторів зовнішніх зусиль, прикладених до вузлів дискретної сітки, також зберігає рівновагу цієї сітки. Це дозволяє управляти формою дискретно представленої

поверхні з довільним опорним контуром без перерахунку системи рівнянь рівноваги вузлів, використовуючи однакові показники афінного перетворення не лише для координат вузлів опорного контуру, а й всіх внутрішніх вузлів дискретної сітки.

Слід зазначити, що афінні перетворення можна використовувати одночасно відносно декількох подвійних площин, тим саме перетворюючи дискретну сітку одразу у двох, трьох або більше напрямках. З математичної точки зору подібне афінне перетворення буде ланцюгом декількох афінних перетворень із заданими коефіцієнтами. Використання афінних перетворень для врівноважених дискретно представлених сіток, сформованих СГМ, дозволяє варіювати форму поверхні на заданому опорному контурі та при сталому обмеженому об'ємі.

Бурцева О.Г., к.пед.н.,

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

## **ВИКОРИСТАННЯ МЕДІАОСВІТНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ З ДИСЦИПЛІН ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНОГО ЦИКЛУ ВИЩОГО НАВЧАЛЬНОГО ЗАКЛАДУ**

Проблема інформатизації в усіх сферах життєдіяльності людини має давню історію, вона відіграє провідну роль і висуває свої вимоги до суспільства, економіки, освіти: незалежно від віку, статусу, місця проживання, роду занять, має навчитися жити в щільному інформаційному середовищі, легко орієнтуватися в інформаційному просторі та оволодіти всіма можливими способами спілкування. Чільне місце в цьому контексті займає сама освіта, яка охоплює все глобалізоване суспільство інформаційною та медіаграмотністю. Переваги цифрової трансформації освіти очевидні. Зокрема, це забезпечення сприятливих умов для: – розвитку умінь навчатися самостійно, виокремлювати найбільш цінний матеріал для саморозвитку; – формування мобільності особистості, умінь швидко адаптуватися до умов, що змінюються непередбачувано і стрімко; – посилення мотивації до самоосвіти та саморозвитку; – охоплення різноманітної аудиторії (контент стає персоналізованим), забезпечення співпраці та інтегративності; – побудови індивідуальної освітньої траєкторії; – навчання у найбільш зручних умовах – комфортному темпі, але з оптимальним використанням часу, виокремленого для виконання певних завдань.

Існуючі наукові дослідження доводять, що підготовка вчителя математики до подальшої професійної діяльності визначається об'єднанням взаємопов'язаних процесів, методів, прийомів і засобів, які необхідно інтегрувати в інформаційно-освітній простір. Вважаємо за доцільне при підготовці розглянути можливість використання медіаосвітніх технологій у професійній діяльності майбутніх вчителів математики та вплив усіх факторів, що сприяють досягненню поставлених цілей. Завдяки наявності в країні

розвиненої інформаційно-комунікаційної структури, доступності технологічних пристроїв для споживачів (педагогів та студентів) можна забезпечити розвиток інформаційних компетентностей майбутніх учителів за допомогою медіаосвітніх технологій. Створення оригінальних медіапродуктів та спілкування між усіма учасниками освітнього процесу Інтернет-спілкування, соціальні вимоги до дистанційного навчання тощо. Ці фактори спонукають викладачів до активного оволодіння сучасними засобами медіаосвітніх технологій, тому актуальним є питання вдосконалення підготовки майбутніх учителів у цьому плані в процесі навчання у вищих навчальних закладах. В свою чергу медіаосвітні технології в процесі навчання майбутніх вчителів математики формують також цифрову грамотність, яка є вимогою сьогоденню. Важливість цих вимог продемонструвало нам навчання під час карантину 2020 р. Саме за таких умов актуалізувалися вимоги щодо роботи з технічними засобами, програмними продуктами, віртуальними платформами, вміння здійснювати інтерактивне навчання у віртуальному середовищі, що мають увійти до професійного стандарту як орієнтири для професійної самооцінки науково-педагогічних працівників і зовнішнього оцінювання ефективності їх роботи. Підготовка майбутніх вчителів математики до роботи в умовах цифрового середовища на основі оновлених критеріїв у професійному стандарті, адаптація традиційних форм, методів, засобів навчання до вимог цифрового середовища — це ті позиції, з яких потрібно починати рух до створення моделей цифрових університетів.

Ванін В.В., д.т.н.,

Волоха М.П., д.т.н.,

Воробйов О.М.,

Лазарчук-Воробйова Ю.В.,

Луданов Д.К.,

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (Україна)*

## **АНАЛІЗ ВПЛИВУ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ СТІЛЧАСТОЇ ЛАПИ НА ЕНЕРГЕТИЧНІ ПОКАЗНИКИ КОМБІНОВАНОГО КУЛЬТИВАТОРА-СОШНИКА**

У складній нинішній ситуації для України важливу проблему становить забезпечення високого рівня економіки держави. Один із напрямків вирішення зазначеного питання полягає в покращенні сільськогосподарського виробництва. Актуальне вдосконалення використовуваних ґрунтообробних знарядь. Суттєве число останніх застосовує різні за призначенням стрілчасті лапи. Їх робочі органи схожі, але мають і належні відмінності. Результати експериментальних досліджень показують, що форма робочої поверхні та розміри стрілчастої лапи значно впливають на енергетичні показники обробітку ґрунту.

Метою застосування стрілчастих лап зазвичай було знищення бур'янів

шляхом їх підрізання та розпушення ґрунту. Потім для міжрядного обробітку стали використовувати просапні культиватори з лапами-підживлювачами, що забезпечують також внесення туків і рідких добрив. Наступні модифікації стрілчастих лап просапних культиваторів пов'язані з міжрядним обробітком полицеподібними підгортачами, наприклад при догляді за картоплею.

Важливо відмітити, що в цьому тисячолітті закордонні та вітчизняні фермери широко впроваджують технологію прямої сівби, де також застосовуються анкерні й комбіновані сошники у вигляді стрілчастих лап-культиваторів. Нинішні комбіновані робочі органи, які крім культивації використовуються і для сівби, зокрема за новими технологіями No-till або Strip-till, вимагають здійснення відповідних теоретичних досліджень та проведення натурних експериментів. Особливістю прямої сівби є те, що вона виконується безпосередньо в мульчу, коли рослинними залишками попередньої культури та бур'янами створюється додатковий опір руху робочим органам сівалки. Тому доцільне докладне вивчення тягового опору комбінованого культиватора-сошника у зв'язку з геометрією стрілчастої лапи як головної складової цієї конструкції.

Проаналізовані вище задачі становлять предмет виконуваних прикладних наукових досліджень.

Верещага В.М., д.т.н.,

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

*Мелітопольська школа прикладної геометрії імені Володимира Найдюша*

## **ТЕОРІЯ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТРИЦЬ**

Композиційна геометрія є новим науковим напрямком геометричного моделювання призначеним для створення локаційно-часових моделей динамічних процесів.

На мою думку, композиційна геометрія потребує розробки таких питань:

1. Теорія композиційних матриць.
2. Аналіз точкових поліномів.
3. Оптимізація точкових поліномів.
4. Методики використання і області застосування.

Наразі більш-менш завершеною розробкою є Теорія композиційних матриць. Питання оптимізації точкових поліномів і їхнього аналізу знаходяться на початкових стадіях розробки. Практичні задачі з композиційного геометричного моделювання наразі розв'язуються. Однак, системних досліджень щодо визначення методик використання і застосування ще не проводилось.

Наразі в математиці існує теорія матриць, яку ми назвали: “Теорією алгебраїчних матриць” для відрізнення від теорії композиційних матриць, яка розробляється нами.

У чому полягає відмінність між ними?

Теорія алгебраїчних матриць призначена для розв'язання задач інтерполяції методами лінійної алгебри з використанням бернштейнівських функціональних базисів і застосовуються для створення математичних моделей. Усі операції над алгебраїчними матрицями підкорюються діям з системами лінійних рівнянь. Бернштейнівські базиси інтерполантів є самостійними математичними об'єктами і тому ніяким чином не враховують геометричні особливості вихідних дискретних даних. Через це на поліномах високих степенів виникають неконтрольовані точки перегину і коливання з великими амплітудами.

Композиційні матриці геть відкидають і не використовують методи лінійної алгебри з метою забезпечення вихідних умов. Призначені компоматриці для формалізації геометричних об'єктів, тобто дискретно заданих кривих ліній, поверхонь довільної форми та геометричних тіл, з метою утворення їхніх неперервних моделей у вигляді точкових поліномів.

Композиційні матриці (компоматриці) – це прямокутний масив елементів, який утворюється у відповідності до каркасів дискретних ліній, що задають вихідний геометричний об'єкт. Рядки компоматриці відповідають ребрам каркасу ліній за одним параметричним напрямом. Стівпці – ребрам каркасу ліній за іншим параметричним напрямом.

Усі операції над компоматрицями відповідають геометричним перетворенням вихідного геометричного об'єкту.

Для формалізації геометричного об'єкту створюється одна компоматриця точкова і одна або дві, або три компоматриці параметричні, елементами яких є характеристичні функції. Кількість компоматриць параметричних відповідає кількості параметричних напрямів, що визначають вихідний геометричне об'єкт.

Добуток компоматриці точкової на компоматриці параметричні утворює компоматрицю-геометрична фігура, сума елементів якої являє собою точковий поліном чи то однопараметричний, чи то двопараметричний, чи то трипараметричний. Цей точковий поліном є композиційною геометричною моделлю чи то кривої лінії, чи то поверхні, чи то геометричного тіла.

Особливістю композиційних геометричних моделей є те, що вони визначаються з самого початку у двох системах координат одночасно і є безвідносними щодо них. Тобто, відсутніми є параметри, що визначають положення вихідного геометричного об'єкта відносно них. При цьому, у координатному трипросторі утворюється композиційна геометрична модель, а у  $n$ -просторі досліджуються характеристики процесів реального об'єкту. Тобто, характеристичні функції точкових поліномів, які утворені у координатному трипросторі використовуються і у  $n$ -просторі параметрів, а це означає, що компоматриці параметричні і у координатному трипросторі і у  $n$ -просторі параметрів є одними і тими самими.

Для реалізації композиційних геометричних моделей створюються координатні (обчислювальні) компоматриці у трипросторі і у  $n$ -просторі параметрів. Розроблено утворення нульової, одиничної, однаковочислової та різночислової компоматриць. Запропоновано утворення інтеграційних

компоматриць у  $n$ -просторі параметрів, які застосовуються для більш якісного проведення аналізу перебігу процесів реального об'єкту. Розроблено і наведено приклади щодо здійснення операцій над компоматрицями: точковими, параметричними, обчислювальними, числовими, інтеграційними, геометричних фігур. Розроблено трирозмірні компоматриці для формалізації геометричних тіл довільної форми, запропоновано спосіб їхнього подання у вигляді двокомпоматриць. Всі результати досліджень щодо розробки теорії композиційних матриць викладено у докторській дисертації Павленка О.М., а як його науковий консультант надаю загальну інформацію з цього приводу.

Вишневський О.О.,

Спірінцев Д.В., к.тех.н.,

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

## **ЕЛЕМЕНТИ 3D ПРОЄКТУВАННЯ ТА МОДЕЛЮВАННЯ НА ЗАНЯТТЯХ З ФІЗИКИ**

Фізика наших днів нараховує близько двох десятків важливих напрямків. На їх стижах створюються нові галузі дослідження, виникають цікаві проблеми і задачі. Експериментальні і теоретичні методи фізики все частіше застосовуються в таких сферах, як економіка, соціологія, екологія, психологія. Фізика повільно перетворюється в універсальну мову цих наук і з часом буде виконувати ту роль, яку сьогодні відіграє математика у фізичних дослідженнях.

Застосування 3D-моделювання при навчанні фізиці є одним з методів пізнання, що сприяє становленню правильних уявлень в учнів про сучасну наукову картину світу, формування наукового світогляду, розвитку творчого мислення. 3D-моделювання дозволяє учням проводити навчальні дослідження явищ, процесів і об'єктів, які складно або неможливо провести за допомогою звичайного фізичного експерименту.

Використання можливостей комп'ютерного моделювання на уроках фізики відкриває перед вчителем та учнями абсолютно унікальні можливості в дослідженні явищ природи.

Вміння самостійно планувати, прогнозувати та проводити дослідження є надзвичайно важливими у розвитку компетентностей учнів. Процес моделювання захоплює, допомагає робити аналіз та підбивати підсумки експериментів.

На пізніших етапах пізнання учневі буде значно простіше провести аналогічні дослідження з реальними об'єктами, оскільки він уже набуде навичок постановки та аналізу експерименту.

Комп'ютерне моделювання не розв'яже всіх проблем вивчення курсу фізики у школі, але воно здатне підвищити зацікавленість учнів, розвинути в них навички логічного та технічного мислення.

Власенко В.О.,  
Дашкевич А.О., к.тех.н.,  
Воронцова Д.В., к.тех.н.,  
Охотська О.В.,  
*Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»  
(Україна)*

## **РОЗРОБКА ПІДХІДУ ДО ВИБІРКОВОГО ПОШУКУ ОБ'ЄКТІВ НА ЗОБРАЖЕННЯХ**

У сучасному світі у сфері комп'ютерного зору та обробки зображень, розпізнавання об'єктів є одним із найважливіших напрямків досліджень. Застосування нейронних мереж, таких як YOLO (You Only Look Once) та R-CNN (Region-based Convolutional Neural Network), виявилось дуже ефективним у вирішенні цієї задачі.

Ці алгоритми здатні знаходити об'єкти на зображеннях та повертати обмежувальні рамки, які точно описують ці об'єкти. Однак, у деяких випадках, коли ми працюємо з інтерактивними програмами, наприклад, обираємо об'єкт, клацаючи або торкаючись розпізнаної області, виникає проблема вибору правильного об'єкта та його обмежувальної рамки. Це може вплинути на точність визначення обраного об'єкта в контексті вибіркового пошуку. Виникає необхідність знайти таку область пошуку, яка дозволить нам належним чином визначити обраний об'єкт, особливо у випадку перетину обмежувальних рамок.

Ефективний підхід до визначення розміру області пошуку та візуалізація процесу дослідження можуть покращити точність і швидкість вибору об'єктів, забезпечуючи більш зручний та ефективний пошук об'єктів на зображеннях.

Ми пропонуємо вирішення проблеми перетину обмежувальних рамок, що виникає при роботі нейронних мереж типу YOLO та R-CNN, розробивши метод оцінки оптимального розміру області пошуку, який дозволить знайти відповідний об'єкт та його обмежувальну рамку та пропонуємо узагальнений підхід до візуалізації процесу дослідження, що дозволить наочно представити перекриття обмежувальних рамок та полегшить вибір оптимального об'єкта. Для підтвердження ефективності запропонованого методу ми проводимо експерименти на відповідному наборі даних та порівнюємо їх.

Результати таких досліджень можуть мати значний практичний вплив на розробку систем розпізнавання об'єктів і покращення їх функціональності в цілому.

Майбутні дослідження можуть фокусуватися на розширенні набору даних для випадків вибіркового пошуку, включаючи різні сценарії перекриття обмежувальних рамок та об'єктів з різною формою та розмірами.

Воронцов О.В., к.тех.н.,

*Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»  
(Україна)*

Воронцова І.В., к.пед.н.,

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

## **МОДЕЛЮВАННІ ОДНОВИМІРНИХ ГЕОМЕТРИЧНИХ ОБРАЗІВ СУПЕРПОЗИЦІЯМИ КООРДИНАТ ДВОХ ТОЧОК**

Задачею даної роботи, зокрема, є дослідження методики формування дискретних образів кривих ліній на основі класичного методу кінцевих різниць, статико-геометричного методу моделювання і геометричного апарату суперпозицій.

Запропоновано методику виведення аналітичних залежностей щодо визначення дискретних величин коефіцієнтів суперпозиції двох заданих вузлових точок та формоутворюючої величини кінцевої різниці для моделювання одновимірних геометричних образів на основі заданої симетричної розрахункової схеми.

Дана методика може бути застосована для виведення подібних аналітичних залежностей, що дозволяють визначати величини коефіцієнтів суперпозиції двох заданих вузлових точок на основі будь-яких числових послідовностей та довільних розрахункових схем і, тим самим розв'язувати задачі суцільної дискретної інтерполяції одновимірними числовими послідовностями широкого спектру елементарних функцій.

Гавриленко Є.А., д.тех.н.,

*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра  
Моторного (Україна)*

## **ДИСКРЕТНЕ ГЕОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ МЕТОДОМ ПРОСТОРОВИХ КУТОВИХ ПАРАМЕТРІВ**

Завдання методу просторових кутових параметрів – формування плоских та просторових одновимірних обводів із забезпеченням заданих геометричних властивостей та особливих умов. Основна сфера використання методу – моделювання поверхонь із підвищеними динамічними якостями, що обмежують виробу, функціональне призначення яких – взаємодія із середовищем.

Метод забезпечує формування гладких обводів із закономірною зміною кривини, скруту, радіусів дотичних сфер. Обвід формується на основі будь-якого точеного ряду по ділянках, на яких можна забезпечити монотонну зміну значень диференціально-геометричних характеристик. Основу методу становлять алгоритми моделювання монотонних кривих. Необхідним етапом формування обводу є аналіз вихідного точкового ряду, в результаті якого визначається область можливого розташування кривої та діапазони можливих



значень її характеристик. Межі діапазонів розраховуються виходячи з динаміки зміни характеристик вздовж кривої, яка визначається на підставі параметрів точкового ряду. Призначені характеристики уточнюють область розташування кривої.

У процесі моделювання диференціально-геометричні характеристики кривої оцінюються за допомогою їх дискретних аналогів. Дискретна геометрична модель кривої складається з точкового ряду, дискретних аналогів та алгоритму згущення. Параметрами формоутворення обводу, що моделюється, є фіксовані характеристики, що призначаються у вихідних точках і точках згущення, і прийнята динаміка їх зміни. При цьому існує можливість покрокового контролю та корекції рішення, яке отримується в процесі моделювання, та накладення на нього додаткових умов, гарантується відсутність осциляції. Визначення області можливого розташування кривої дозволяє оцінити абсолютну похибку, з якою обвід представляє криву, що відповідає умовам задачі.

Гнітецька Т.В., к.тех.н.,

Гнітецька Г.О., к.пед.н.,

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (Україна)*

## **ВИКОРИСТАННЯ ПАРАМЕТРИЗАЦІЇ ПРИ ВИКОНАННІ ЗАВДАНЬ КУРСУ «ІНЖЕНЕРНА І КОМП'ЮТЕРНА ГРАФІКА»**

Основи професійної підготовки студентів вищих технічних навчальних закладів формуються при вивченні курсів інженерно-графічних дисциплін. Тому перед викладачами цих кафедр постає ряд задач, з набуття студентами додаткових вмінь і навичок, формування нової культури технічного мислення, яке дозволить їм швидко адаптуватись в умовах сучасного виробництва. Викладачами кафедри нарисної геометрії, інженерної та комп'ютерної графіки НТУУ «Київського політехнічного інституту імені Ігоря Сікорського» протягом трьох останніх років для спеціальностей 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», 171 «Електроніка» і 172 «Телекомунікації та радіотехніка» викладається курс на базі універсального графічного редактора AutoCAD. Це дозволяє студентам, крім оволодіння методами геометричного моделювання технічних об'єктів та системою стандартів по оформленню конструкторської документації, навчитись створювати 3D моделі об'єктів та на їх основі інші види електронної конструкторської документації. Основною особливістю курсу є широке використання можливостей параметризації при виконанні навчальних завдань. Для прикладу в темі «Складальний кресленик» в якості завдання студенти використовують заданий викладачем параметризований складальний кресленик, змінюючи його вибором параметрів відповідно власному варіанту. Кресленики кріпильних елементів конструкції виконуються студентами у вигляді параметризованих динамічних блоків. Побудова складального кресленика вимагає, крім застосування студентом

попередньо отриманих в курсі знань і вмінь, глибокого володіння параметризацією технічних об'єктів. Це є особливо цінним з огляду на додаткові педагогічні задачі, які вирішуються у даному навчальному процесі. Отриманні вміння параметризувати технічні об'єкти формувались у студентів протягом переважної більшості тем курсу. Параметризація використовувалась на етапах створення 3D моделей типових деталей. Наприклад, деталь типу «Гайка накидна» параметризувалась за 11 параметрами, «Вал» - за 25 параметрами.

Серед інших особливостей даного курсу слід відмітити, що використання параметризації значно спрощує організацію контролю достовірності виконання креслеників як окремих деталей, так і складаних одиниць. Параметри деталі можуть бути швидко переглянуті викладачем у таблиці диспетчера параметрів. Перевага такого способу перевірки робіт не лише у скороченні часу на контроль, а, головне, у отриманні конкретної інформації і можливості, за необхідністю, швидкого внесення корекції. Курс може використовуватись викладачами і студентами при організації своєї самостійної навчально-пізнавальної діяльності при різних формах навчання.

У результаті апробації курсу можемо констатувати, що така структура курсу добре сприймається студентами. Вони активно працюють і отримують хороші результати. Збільшилась кількість відмінних і хороших оцінок, підвищилась якість робіт. Основним результатом є те, що без збільшення терміну навчання, студенти отримують більш якісні, фахові і сучасні знання і вміння. Це відкриває їм вигідну перспективу подальшого навчання і майбутньої професійної діяльності.

Голова О.О., к.тех.н.,

Грубич М.В.,

Лебедева О.О.,

Михлевська Н.В.,

Шепель Г.С.,

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (Україна)*

## **АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ГЕОМЕТРИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ РОТОРНИХ ПЛІВКОВИХ АПАРАТІВ**

Розглянуто можливість поширення теоретичних положень методології структурно-параметричного формоутворення на вирішення задач проектування роторних плівкових апаратів (РПА). Нині РПА мають широке використання для змінювання належним чином певних властивостей різноманітних речовин, наприклад, концентрації нафтопродуктів, полімерів, продуктів харчування та ін. Основними складовими даного технічного обладнання є корпус, ротор з лопатями та розподільник рідини. Апарати з циліндричним корпусом встановлюються, як правило, вертикально, а з конічним – горизонтально. Найбільш поширеними є циліндричні РПА, лопаті яких мають три види:

*жорсткі* – нерухомо з'єднані з валом ротора, характеризуються постійним зазором з поверхнею корпусу; *шарнірні* – кріпляться до валу рухомо, під час роботи зазор між лопатями та корпусом змінюється; *маятникові* – фіксуються шарнірно, але зазор завжди додатний. Досліджувана технологія полягає в тому, що рідина, яка витікає з розподільника, утворює на внутрішній поверхні апарата тонку плівку, переміщується лопатями, при цьому інтенсифікуються процеси тепло- та масообміну. Час оброблення термолабільних речовин і таких, що кристалізуються, є критичним і потребує окремого опрацювання.

Для інтенсифікації розглянутих процесів можливе застосування модульного підходу до комп'ютерного геометричного моделювання як лопатей, так і властивостей продуктів, що виготовляються. Методологія структурно-параметричного формоутворення для конструювання РПА дозволяє скоротити час і кількість експериментів. Однак, проаналізовані особливості потребують проведення відповідних наукових досліджень.

Даниленко В.Я.,

Шоман О.В., д.тех.н.,

*Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»  
(Україна)*

## **ЗВ'ЯЗОК ГЕОМЕТРИЧНОГО ТА ЕРГОНОМІЧНОГО ПІДХОДІВ ДО ВИЗНАЧЕННЯ ОГЛЯДОВОСТІ ОБ'ЄКТІВ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА**

Розглядаючи співвідношення причина – наслідок, задачі геометричного та ергономічного моделювання можна умовно розподілити на два класи: прямі задачі (відомі причини, необхідно знайти наслідки) і обернені (відомі наслідки, треба знайти причини). Відомо, що сприйняття людиною того чи іншого об'єкта або процесу складається з низки етапів – грубого розрізнення загальних контурів і пропорцій, уточнення форми, послідовного розпізнавання окремих деталей, починаючи з крупних, і, нарешті, остаточного і повного сприйняття. Погляд переміщується на наступний об'єкт спостереження після того, як осягнуто ступінь впливу попереднього на умови руху. Водій організовує спостереження таким чином, щоб оцінити всі фактори, які визначають можливий режим руху по дорозі. Саме для організації комфортного спостереження важливим компонентом допомоги конструкторам і проектувальникам має стати побудова наочних панорамних рельєфів – одного зі способів ефективної оцінки майбутніх об'єктів за їх зоровим сприйняттям. Об'ємно-графічне моделювання є результатом графічного запису (кодування) певних просторових ситуацій. Такий запис надає можливість змістовно доповнювати моделі позиційного аналізу об'єктів при розв'язуванні задач зорової інформації. З розширенням використання рельєфних перспектив зростають і вимоги до способів виконання нелінійних зображень в шарах простору. Нелінійні перетворення панорамних рельєфів є основою для коригування оглядовості транспортних засобів.

Слід зазначити, що процес сприйняття дорожнього руху є складним і мало дослідженим. Тому прямі та обернені перетворення панорамних рельєфів стають невід'ємними елементами з'ясування зорових якостей транспортних засобів з місць водіїв та пасажирів. Виконання масиву панорамних рельєфів дозволяє коригувати (за допомогою обернених перетворень) варіанти оглядовості транспортних засобів на стадії проєктування, тобто на стадії, коли ще можна внести зміни у відповідні проєкти. Все це спонукає проводити подальші дослідження, спрямовані на удосконалення апарата об'ємно-графічного моделювання.

Дашкевич А.О., к.тех.н.,

*Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»  
(Україна)*

## **ПІДХІД ДО ПРОСТОРОВОЇ ОБРОБКИ ТОЧКОВИХ МНОЖИН НА ОСНОВІ СІТКОВИХ ГЕОМЕТРИЧНИХ МОДЕЛЕЙ**

Задачі обробки точкових даних на площині, у тривимірному або багатовимірних просторах часто вимагають визначення їх просторових характеристик. Прикладами просторових задач на точкових множинах є: задачі пошуку найближчих сусідів, оцінювання покриття множини, задачі розташування точок, пошук взаємозв'язків в точкових множинах тощо. Обсяг точкових даних в таких задачах постійно зростає, що вимагає пошуку більш ефективних обчислювальних моделей для розв'язку таких задач, відповідних структур даних і методів їх перетворення та обробки. Практичними прикладами задач обробки множин точок є аналіз видимості об'єктів, визначення розташувань сенсорів для збору даних або джерел освітлення, моделювання людських потоків, планування міських середовищ, задачі керування мобільними роботами та безпілотними транспортними засобами

В роботі запропоновано узагальнений підхід до розв'язання задач просторової обробки точкових множин у просторах довільної розмірності. Підхід дозволяє проводити розв'язання задач просторової обробки точкових множин на основі дискретизації та індексації точкових множин із використанням операцій перетворення спискових структур даних, які зберігають геометричну інформацію про точки вхідних множин. Запропонований підхід дозволяє зменшувати обчислювальну складність до рівня лінійної у випадку обробки усіх точок множини.

Іванов Є.М., к.тех.н.,

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет (Україна)*

## **МЕТОДИКА ЗОБРАЖЕННЯ РОЗРІЗІВ ДЕТАЛЕЙ НА КРЕСЛЕНИКАХ В ПАКЕТІ AUTODESK INVENTOR ЗГІДНО ДІЮЧИМ СТАНДАРТАМ**

У роботі розглянуто питання вдосконалення побудови параметричних

тривимірних моделей деталей та розробок їх креслеників з метою вирішення проблем відповідності вимогам чинних стандартів, зокрема, зображення розрізів деталей на креслениках в пакеті Autodesk Inventor.

Суть метода полягає в тому, що при побудові параметричної тривимірної моделі деталі додається додатковий тривимірний пустотілий елемент (елементи) без фізичних властивостей. Місцеположення і розміри елемента (елементів) визначаються умовами зображення розрізів деталей на креслениках. Умови побудови елемента (елементів) дозволяють його сховати, за потребою. Також врахована можливість зміни умов відображення елемента (елементів) на креслениках.

Побудова додаткового тривимірного пустотілого елемента (елементів) не потребує знань вбудованої мови програмування VBA та використання засобів iLogic.

Запропонований метод вдосконалення побудови параметричних тривимірних моделей деталей та розробок їх креслеників з метою вирішення проблем відповідності вимогам чинних стандартів не впливає на розподіл полів напруг при проведенні досліджень напружено-деформованого стану моделей деталей.

Запропонований метод було успішно апробовано та впроваджено в навчальний процес.

Жукова Г.В.,

Спірінцев Д.В., к.тех.н.,

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

## **РОЗВИТОК ПІЗНАВАЛЬНОГО ІНТЕРЕСУ СТАРШОКЛАСНИКІВ У НАВЧАННІ ТЕМИ «СТЕПЕНЕВІ ФУНКЦІЇ»**

Пізнавальний інтерес – це активне мотивоване емоційне ставлення суб'єкта до предмета пізнання, яке має систематично враховуватись і розвиватись у процесі навчання, оскільки безпосередньо впливає на формування і розвиток особистісної спрямованості дитини.

Людина реалізує свій інтерес у процесі основної діяльності, тому що найсильнішим мотивом у навчанні є саме пізнавальний інтерес, який активно взаємодіє із системою ціннісних орієнтацій, цілями, результатами діяльності, відображає всі складові особистості: інтелект, волю, почуття. За певних умов інтерес є засобом живого, захоплюючого навчання, визначає інтенсивний і зосереджений розвиток пізнавальної діяльності, переростає в стійку рису характеру. Найпоширеніший і найефективніший спосіб зацікавлення – довести учневі, що він чогось не знає. Другий спосіб зацікавлення – поставити перед учнями нестандартні запитання, які вимагають не репродуктивного відтворення вивчених правил, а розуміння матеріалу, вміння користуватися сухими, на перший погляд, правилами. Урок є основною ланкою процесу формування пізнавальної активності учнів. На ньому з окремих «цеглинок» складаються не

лише знання, а й почуття, переживання, вміння міркувати, логічно мислити, уявляти, уважно слухати. Знаючи своїх учнів, учитель у кожному конкретному випадку вирішує, як побудувати урок, щоб досягти поставленої мети.

Тема «Степеневі функції» є основною змістовою лінією шкільного курсу математики. Отже її осмислення та реалізація сучасних підходів до навчання даної теми є актуальним методичним завданням.

Ісагулян А.Т.,

Спірінцев Д.В., к.тех.н.,

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

## **ОРГАНІЗАЦІЯ ПОЗАКЛАСНОЇ РОБОТИ З ФІЗИКИ НА ЗАСАДАХ НОВОЇ УКРАЇНСЬКОЇ ШКОЛИ**

Перед вчителем фізики стоїть важливе завдання: не лише повідомляти учням певну суму знань, домогтися не стільки запам'ятовування конкретних відомостей, досягти усвідомлення загальних закономірностей, виробити в учнів здатність вводити нові знання в систему раніше засвоєного, сформувані вміння пізнавальної діяльності на рівні їхнього вільного практичного застосування, а, й головне, навчити школярів застосовувати здобуті знання на практиці. А для цього потрібно викликати й посилювати власні корисні мотиви діяльності, актуалізувати пов'язані з ними потреби, урізноманітнювати види та зміни характеру навчальної діяльності учнів, позбавляти постійної дріб'язкової опіки з боку вчителя, пропонувати матеріал, для якого характерна новизна, практична спрямованість, відповідність потребам учнів. Тому у шкільну практику все ширше входять, семінари, навчально-практичні заняття, інтегральні уроки, дидактичні ігри тощо. Всі ці заняття передбачають розширення змісту і зміну характеру навчально-пізнавальної діяльності школярів. Найголовнішою їх ознакою є вихід за межі лише шкільних ситуацій, спроба ввести учнів у сферу, виробничих відносин, сформувані в них не лише основи знань, а й навички соціальної поведінки. З'явилися і спеціальні заняття, присвячені формуванню загальних навчальних умінь, особливо вмінь організації навчальної діяльності, оскільки формування їх на уроках паралельно з вивченням програмового матеріалу не дає бажаних наслідків.

Ісмаїлова Н.П., д.тех.н.,

Могилянець Т.М., к.тех.н.,

*Військова академія (м. Одеса, Україна)*

Н.В. Олійник, к.тех.н.,

*Одеська державна академія будівництва та архітектури (Україна)*

## **СПРЯЖЕНІ КРИВОЛІНІЙНІ ПОВЕРХНІ КОНТАКТУ В ОВТ**

Створення сучасних машин із складними конструктивними елементами при проектуванні в озброєнні та військової техніки (ОВТ) використовуються

методи та способи прикладної геометрії. За останні роки в ОВТ, широко стали застосовуватися складні криволінійні поверхні, що вимагає розробки нових методів та способів геометричного проектування. Вирішення таких завдань є певною науковою проблемою і має велике значення при проектуванні їх кінематичних пар. Основним системним недоліком створення складних механізмів є те, що при проектуванні не враховуються геометричні характеристики просторової поверхні зачеплення в кінематичних парах.

При вирішенні поставленого завдання скорочується термін проектування за рахунок чого підвищується точність виготовлення деталей у ОВТ, де виключається інтерференція.

Вивчення діючих методик проектування криволінійних спряжених поверхонь дозволило відзначити їхню незадовільну відповідність сучасним конструктивним вимогам. Тому для виготовлення кінематичної пари з технологічною точністю задаються криволінійні форми контактної просторової поверхні зачеплення з заданими умовами.

Kovalyov Yu. M., Dr. Sc. (Technical Sciences)

*National Academy of Culture and Arts Management (Kyiv, Ukraine)*

Kalashnikova V.V. PhD (Technical Sciences)

*National aviation university (Kyiv, Ukraine)*

## **HUMAN LIFE CYCLE MODELLING**

*The relevance of the topic, goal, and objectives of the research is substantiated, the purpose of the article is formulated, and an overview of previous publications is made.*

*The main part presents the results of the human life cycle main events modeling: prenatal development, calculation of age periods, and aging, and also presents the first and final iterations of the life cycle model as a whole.*

*Life cycle processes are considered within the framework of the theory of self-organization of complex open systems. Abstractions and axioms of the wave model of S-space, which describe its objects, states, operations, interactions, and measurements, as well as means of description and verification, are used as research apparatus. Soliton-wave models of the OMI type were directly used for modeling.*

*Based on the available data of anatomy, physiology, and psychology, modeling of three key stages of the prenatal period was carried out: the transition from cellular to embryonic stages, the transition from embryo to fetus, and the transition from the fetal stage to birth. Based on the simulation results, a conclusion was made about the soliton-wave nature of the processes, an assumption was made about the need for resonance, as well as external modulations.*

*Based on the scenario of self-organization of I-space type (IS, IO), the duration of age periods was calculated; comparison with empirical data in the field of pedagogy and psychology demonstrates their correspondence. The psychological orientations of the individual for each of these periods have been determined. The last circumstance is important for practical tasks of architecture and design*

*(typology, stylistics, features of ergonomics, and possible directions of development of smart technologies).*

*Based on the available data on the symptoms of aging, as well as their theoretical interpretations within the framework of gerontological research, a model of human aging is proposed. Within the framework of the soliton-wave model (SWM), aging is considered as a decrease in the potential and a collapse of the system.*

*The first and final iterations of the life cycle model as a whole are presented. The presence of this model, which corresponds to the known data, allows us to evaluate existing strategies for prolonging life and propose a new strategy.*

*The conclusions evaluate the theoretical and practical significance of the obtained results.*

*Keywords: life cycle, complex open system, soliton-wave model, theory of self-organization.*

Ковбашин В.І., к.хім.н.,

Пік А.І., к.тех.н.,

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя (Україна)*

### **ДИСТАНЦІЙНИЙ ЕКЗАМЕНАЦІЙНО-ЗАЛКОВИЙ КОНТРОЛЬ З КУРСУ «ІНЖЕНЕРНА ГРАФІКА ТА САД СИСТЕМИ»**

У даній праці запропонований порядок проведення дистанційного оцінювання результатів навчання студентів з курсу “Інженерна графіка та САД системи”, що ґрунтується на базі системи дистанційного навчання ATUTOR. Подана поетапна організація дистанційного проведення екзаменаційно-залкової сесії з курсу “Інженерна графіка та САД системи” в режимі веб-конференції. Продемонстровано послідовність семестрового контролю за допомогою основних інструментів курсу з обов’язковою ідентифікацією студентів. Наведені ілюстровані приклади екзаменаційно-залкових завдань, а також показана можливість дистанційного оцінювання викладачем графічних робіт виконаних студентами.

Відзначено наочність проведення семестрового контролю в режимі веб-конференції з усіма притаманними атрибутами, які дають змогу спілкуватись зі студентами в прямому ефірі. Зроблено наступні висновки: семестровий контроль з курсу «Інженерна графіка та САД системи» в режимі веб-конференції в системі програми ATutor дозволяє проводити екзаменаційно-залкову сесію заняття максимально в реальному режимі, знаходячись поза межами аудиторії і передбачає наявність всіх притаманних очній сесії атрибутів.



Корчинський В.М., д.тех.н.,

Свинаренко Д.М., к.тех.н.,

*Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (Україна)*

## **МЕТОД ФІЛЬТРАЦІЇ АРТЕФАКТІВ НА БАГАТОСПЕКТРАЛЬНИХ ЦИФРОВИХ ЗОБРАЖЕННЯХ ПРОЕКЦІЙНОЇ ПРИРОДИ**

Запропоновано метод компенсації артефактів (графічних завад) на цифрових зображеннях проекційної природи, отриманих засобами дистанційного зондування у довільній кількості спектральних інтервалів проміння – носія видової інформації або за різних позиційних умов формоутворення. На відміну від існуючих способів зменшення рівня графічних завад на растрових зображеннях запропонований метод оптимізований за критеріями максимізації відношення «сигнал/шум», та структурної схожості вихідних та відновлених зображень.

Реалізація запропонованого методу включає наступні етапи: суміщення кодів яскравості зображень спектральних каналів у єдиному двовимірному графічному об'єкті (растровому зображенні); розгортка Пеано-Гільберта об'єднаного зображення з отриманням одновимірного цифрового сигналу; компресія цифрових значень розгортки за зазначеними критеріями; реконструкція кодів яскравості скомпресованих зображень спектральних каналів функціональним перетворенням, оберненим стосовно використаного на етапі розкладу розподілів яскравості безпосередньо зафіксованих зображень спектральних каналів.

Зіставлення різних дискретизованих функціональних базисів як основи для компенсації артефактів розподілів яскравості показало найбільшу ефективність за зазначеними критеріями дискретного функціонального базису Уолша.

Запропонований метод забезпечує високий рівень структурної схожості вихідних та відтворених зображень та збереження їхньої геометричної структури з одночасним збільшенням відношення «сигнал/шум». Встановлене збільшення цього відношення зі зменшенням довжин хвиль проміння – носія видової інформації.

Наведено результати тестування на прикладі багатоспектральних зображень дистанційного зондування Землі.

Котляр Д.В. к.тех.н.,

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

## **МОДЕЛЮВАННЯ ПОТОКУ ПОРОХОВИХ ГАЗІВ У ГЛУШНИКУ СТРІЛЕЦЬКОЇ ЗБРОЇ**

Сучасний розвиток глушників шуму стрілецької зброї має значні досягнення. Конструктивна типологія глушників включає багато принципових схем звукоутиснення (ефективної організації глушіння звуку). Основні

напрямки конструкційного розвитку цих схем - це об'ємне звукоутиснення та відхиляюча дія. Останні 20 років дослідники зосереджуються на поєднанні цих напрямків, що призводить до значного покращення здатності глушників зменшувати шум на 25-29 дБ. Це достатньо для захисту слуху стрільця, але не завжди забезпечує необхідні маскувальні характеристики.

Оскільки процес звукоутиснення є динамічним, проблеми покращення його характеристик можна поділити на три основні періоди згасання шуму. Перший період - це процес зниження потенційної енергії потоку до виходу газів з глушника, другий - процес заповнення глушника пороховими газами та збільшення статичного тиску у глушнику, третій - процес зменшення ефективності глушника.

У зв'язку з широким спектром проблеми, у даній роботі розглядається лише перший період згасання шуму. Відомий спосіб зменшення шуму базується на силі інтерференції потоку. Першу камеру роблять порожньою на певну довжину і відділяють від наступної фігурною мембраною у формі конуса або клина. Периферійні шари потоку розширюються швидше, ніж центральна частина, створюючи ефект диску Маху. Периферійний потік опереджає ядро та першим досягає поверхні мембрани, де змінює свій напрям. Швидкі периферійні шари потоку вштовхується у високопотенційний потік ядра, тим самим зменшуючи його швидкість і сприяючи радіальному його розширенню. Цей ефект називається ефектом інтерференції потоку.

Дослідження потоку показали, що розширюючись у периферійних зонах, потік накопичує радіально спрямовану кінетичну енергію і відбивається від внутрішньої поверхні глушника, створюючи ефект радіально-спрямованої інтерференції, що зміщує потік в центральному напрямку і формує конічний факел. Зменшення довжини першої камери і створення умов для формування усіченого конуса факелу дозволило подовжити перший період на 40% при тій же загальній довжині глушника, що дозволяє утримувати порохові газу у глушнику без використання складних конструкцій, що збільшують вагу глушника. Подовження періоду протікання порохових газів у глушнику досягнуто завдяки оптимізації його геометричної форми, що посприяло росту отриманої ефективності від інтерференції потоку.

Кресан Т.А., к.т.н.,

*ВП НУБіП України «Ніжинський агротехнічний інститут» (Україна)*

Хропост В.І., аспірант,

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

## **РОЗРАХУНОК ПЛОСКОЇ ЗАГОТОВКИ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ВИТКА ПРЯМОГО ГЕЛІКОЇДА**

Існують різні технології виготовлення витків шнеків: штампування, прокатка, згинання. Проблема полягає в тому, що, по-перше, поверхня є нерозгортною, отже, точних розмірів плоскої заготовки не існує, і по-друге,

відсутні стандарти на типорозміри витків (внутрішній і зовнішній діаметри, крок витка). Найбільш точну форму витка дає спосіб штампування його із плоскої заготовки, проте він потребує дороговартісної оснастки, через що використовується у крупносерійному виробництві. Однак незалежно від способу виготовлення витків шнека із плоских заготовок має значення точність розрахунку цих заготовок. Їх форма може бути визначена на основі теорії диференціальної геометрії стосовно згинання гвинтових поверхонь. У зв'язку з можливістю отримати нові результати такий підхід є новим, а сама задача – актуальною.

У техніці поширеною гвинтовою поверхнею є прямий закритий гелікоїд (шнек). Його утворення відбувається гвинтовим рухом горизонтального відрізка при перетині осі шнека його кінцем. Утворення поверхні відкритого гелікоїда є аналогічним, проте відрізок є мимобіжним по відношенню до осі і знаходиться на сталій відстані від неї. Із диференціальної геометрії відомо, що гвинтову поверхню можна зігнути на поверхню обертання. Цей факт взято за основу розрахунку плоскої заготовки. Поверхня відкритого гелікоїда є нерозгортною, тому заготовка повинна бути знайдена таким чином, щоб звести до мінімуму пластичні деформації при формуванні поверхні.

Отримано параметричні рівняння неперервного згинання витка відкритого гелікоїда у відсік однопорожнинного гіперболоїда обертання. Неперервне згинання можна уявити як поступову деформацію витка зменшенням його кроку. Меридіаном гіперболоїда обертання є відповідна ділянка гіперболи. Відсік гіперболоїда пропонується апроксимувати зрізаним конусом. Ця апроксимація буде більш точною на ділянці гіперболи, на якій вона асимптотично наближається до відрізка прямої. Після вибору конуса з'являється можливість визначити його розміри і побудувати його точну розгортку, оскільки конус є розгортною поверхнею. Побудована розгортка у вигляді плоского кільця із вирізаним сектором і буде плоскою заготовкою для формування із неї витка.

Найбільш точно отримати поверхню витка відкритого гелікоїда можна за допомогою штамповки отриманої заготовки. Для малосерійного виготовлення гвинтової поверхні відкритого гелікоїда можна плоскі кільця зварити між собою і розтягувати вздовж вала з одночасним скручуванням навколо його осі. Точність отриманої поверхні залежатиме від точності апроксимації відсіка гіперболоїда обертання зрізаним конусом.

Форма поверхні прямого відкритого гелікоїда дуже подібна до форми прямого закритого гелікоїда, відомого в техніці під назвою шнек. Проекції одного витка відкритого гелікоїда із циліндричним валом зображено на рис. 1. Відмінність полягає в тому, що прямолінійні твірні поверхні відкритого гелікоїда не перетинають його вісь, як у поверхні шнека, а проходять біля неї на певній відстані  $a$ . На горизонтальній проекції ці твірні є дотичними до кола радіуса  $a$  (рис. 1, б). Всі три кола (радіусів  $a$ ,  $r$  – внутрішньої крайки поверхні, тобто вала,  $R$  – зовнішньої крайки поверхні) є проекціями гвинтових ліній.

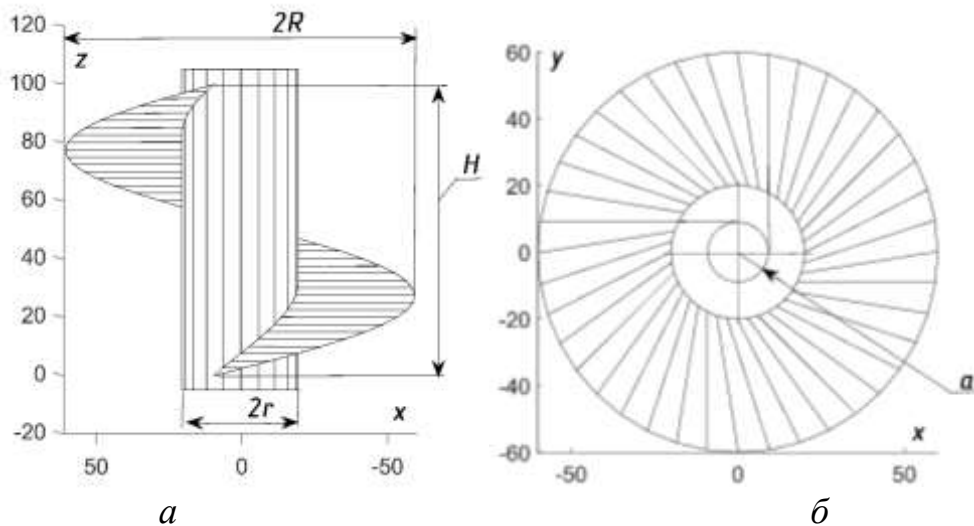


Рис. 1. Проекції витка прямого відкритого гелікоїда: *a* – фронтальна проекція; *б* – горизонтальна проекція

Для відкритого гелікоїда, на відміну від закритого, вал має обмеження по мінімальному значенню діаметра – його радіус не може бути меншим значення  $a$ , оскільки там поверхні не існує (рис. 1, *б*).

Поверхню витка як закритого, так і відкритого гелікоїдів виготовляють із листового матеріалу. Оскільки поверхні є нерозгортними, то плоска заготовка для деформації її у поверхню є наближеною. Для її побудови для закритого гелікоїда, як дуже поширеної поверхні у техніці, використовується довідкова література. Для закритого гелікоїда такі дані відсутні, тому побудова наближеної розгортки може бути здійснена, спираючись на відомості із диференціальної геометрії, а саме на той факт, що будь-яку гвинтову поверхню можна зігнути в поверхню обертання. Отже, виток відкритого гелікоїда потрібно зігнути у відповідний відсік поверхні обертання, який можна буде апроксимувати конусом. Для конуса, як для розгортної поверхні, можна побудувати точну розгортку, яка для витка відкритого гелікоїда буде наближеною.

Мостовенко Олексій В.,

Ковальов С.М., д.тех.н.,

Мостовенко Олександр В., д.тех.н.,

*Київський національний університет будівництва і архітектури. (Україна)*

## **ВИКОРИСТАННЯ АПАРАТУ СУПЕРПОЗИЦІЇ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ФОРМОЮ ВРІВНОВАЖЕНОЇ ДИСКРЕТНОЇ СТРУКТУРИ**

Під суперпозицією функцій розуміють утворення складної функції як результат алгебраїчних дій над двома або кількома простими функціями. Якщо прості функції задано дискретно, тобто дискретним набором точок, виникає поняття суперпозиції точок. У подальшому під суперпозицією точок будемо розуміти визначення координат результуючої точки при складанні відповідних координат заданих точок з певними ваговими коефіцієнтами.

При функціональному додаванні дискретно представлених поверхонь вони мають бути топологічно однаковими (ізотопними). При цьому повинна бути встановлена відповідність між елементами результуючої структури і кожної зі структур, що додаються. У дискретних врівноважених структурах присутні не тільки координати вершин структури, а й вектори зусиль, які виникають у ребрах структури та зусиль зовнішнього навантаження на вершини. Зазначимо, що ізотопними дискретними образами або комплексами є такі комплекси, які містять ізотопно відповідні клітини

Для використання апарату суперпозиції при управлінні формою врівноважених дискретних поверхонь необхідне виконання певних умов:

– у врівноважених системах відношення довжини ребра до довжини вектора зусилля у цьому ребрі, у відповідних ребрах складових суперпозиції, повинно бути однаковими. Тільки у такому випадку зусилля натягіння або стиску кожного ребра в результаті функціонального додавання стане зусиллям у заданому ребрі. У цьому випадку початок і кінець вектора зусилля у ребрі повинні належати цьому ребру як у складових суперпозиції, так і у результаті суперпозиції.

– для того, щоб координати заданого вузла після функціонального додавання залишились незмінними, сума вагових коефіцієнтів функціонального додавання при кожній координаті повинна дорівнювати одиниці.

– число сіток, що додаються, повинно бути на одиницю більшим, ніж число параметрів управління формою, оскільки число рівнянь системи для визначення вагових коефіцієнтів дорівнює числу вузлів, аплікати яких задано, плюс одне рівняння.

– якщо врівноважена дискретна структура формується під дією власної ваги, то параметрами управління формою можуть бути лише аплікати окремих вузлів або вершин, оскільки при зміні інших координат цих вузлів (абсцис та ординат) зовнішнє навантаження не буде вертикальним.

Пугачов Є.В., д.тех.н.,  
Літніцький С.І., к.тех.н.,  
Кундрат Т.М., к.тех.н.,  
Зданевич В.А.,

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

## **АНАЛІЗ ФОРМУЛИ ВИЗНАЧЕННЯ ЯСКРАВОСТІ ДОВІЛЬНОГО ЕЛЕМЕНТА НЕБОЗВОДУ, НАВЕДЕНОЇ В ДСТУ ISO 15469:2008**

В стандартах ДСТУ ISO 15469:2008. «Розподіл яскравості денного світла просторовий. Стандартне хмарне та безхмарне небо згідно з CIE (ISO 15469:2004, IDT)» та CIE S 011/E:2003 (ISO 15469:2004(E). «Spatial distribution of daylight – CIE standard general sky» розглядаються 15-ть математичних моделей типів небозводів, які є вихідною інформацією для моделювання природної освітленості та інших характеристик світлового поля. Оскільки

стандарти є ще відносно новими, вони потребують додаткового аналізу.

У випадку розташування елемента небозводу у зеніті формула для визначення відношення яскравості довільного елемента небозводу до яскравості в зеніті значно спрощується. Якщо елемент небозводу знаходиться у зеніті, то його яскравість дорівнює яскравості в зеніті небозводу.

Автори задалися конкретними вихідними даними і підставили їх у розглянуті формули, а отримані результати проілюстрували у вигляді поверхонь яскравості небозводу у сферичних координатах.

Широта дорівнювала  $50,623^0$  (широта міста Рівне), сонячний час відповідав сонячному полудню, день року – 81-ий (22 березня). Ці вихідні дані були використані для усіх 15-ти математичних моделей типів небозводів.

Аналіз виявив, що поверхні яскравості для першого, третього і п'ятого типу небозводу є поверхнями обертання, і яскравість у зеніті не осцилює. Для інших дванадцяти поверхонь значення яскравості у зеніті навпаки – осцилює. Тому саме для цих дванадцяти типів небозводів автори запропонували апроксимувати осцилюючу точку.

Така апроксимація дозволить коректно обчислювати яскравість для математичних моделей типів небозводів з осциляцією, що сприятиме вирішуванню різноманітних світлотехнічних задач, наприклад, моделюванню природнього освітлення для світлопрорізів різних конфігурацій.

Несвідомін А.В., к.тех.н.,

Пилипака С.Ф., д.тех.н.,

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

## **ВЛАСТИВОСТІ СФЕРИЧНОЇ ЕВОЛЬВЕНТИ КОЛА**

Будемо обкочувати по нерухомому конусу його розгортку у вигляді сектора (рис. 1,а). Точка  $B$  на дузі кола цього сектора опише сферичну криву, оскільки відстань  $OB$  є сталою. Ця крива буде сферичним аналогом евольвенти кола. Виходячи із способу її утворення, були отримані параметричні рівняння:

$$x = a \sin \gamma \cos a\gamma - \cos \gamma \sin a\gamma;$$

$$y = -a \cos \gamma \cos a\gamma - \sin \gamma \sin a\gamma;$$

$$z = \sqrt{1 - a^2} \cos a\gamma,$$

де  $\gamma$  – незалежна змінна;  $a$  – стала.

На рис. 1,б за отриманими рівняннями побудована сферична евольвента. Крім того, вона є кривою укусу на сфері. Кут підйому  $\beta$  для сфери одиничного радіуса визначається через сталу  $a$ :  $a = \sin \beta$ .

**Теорема.** Сферична евольвента кола радіуса  $a$ , яке є однією із паралелей сфери одиничного радіуса, є кривою укусу, причому кут її підйому  $\beta$  залежить від значення  $a$  і визначається із залежності  $\beta = \text{Arcsin } a$ .

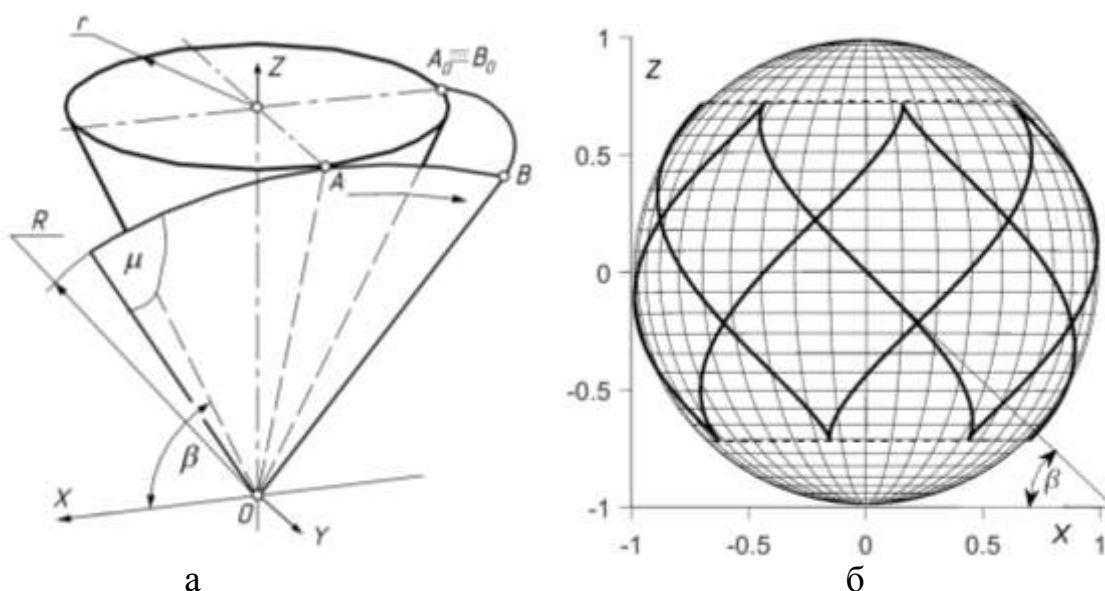


Рис. 1. Графічні ілюстрації до утворення сферичної евольвенти:  
 а) кочення по нерухомому конусу його розгортки;  
 б) сферична евольвента, яка є кривою укусу на сфері

Олійник В.Ю.,

Спирінцев Д.В., к.тех.н.,

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

## **ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ НА ЗАНЯТТЯХ З АСТРОНОМІЇ**

Перед учителем в даний час постає проблема навчити школяра таким технологіям пізнавальної діяльності, вмінню освоювати нові знання у будь-яких формах і видах, щоб він міг швидко, а головне якісно опрацьовувати одержувану ним інформацію, застосовувати її на практиці при вирішенні різних видів завдань. Важливим також є те, що на даний момент в учнів йде втрата інтересу до традиційних методів навчання, і, як наслідок цього, вони втрачають інтерес до предмета.

Зважаючи на те, що багато явищ в умовах шкільного фізичного кабінету не можуть бути продемонстровані, учні зазнають труднощів у їх вивченні, оскільки не в змозі мислено їх уявити. Комп'ютер може не тільки створити модель таких явищ, але також дозволяє змінювати умови протікання процесу, «прокрутити» з оптимальної для засвоєння подачею навчального матеріалу.

Курс астрономії в старшій школі містить розділи, вивчення й розуміння яких вимагає розвиненого просторового, образного мислення, уміння аналізувати, порівнювати. Багато явищ в шкільних умовах неможливо продемонструвати. Наприклад, явища мікро/мегасвіту, або швидкоплинні процеси, або досліди із складним обладнанням. У результаті учні зазнають труднощів, оскільки не в змозі їх уявити. У таких ситуаціях на допомогу учневі приходять сучасні технічні засоби навчання, передусім персональний

комп'ютер.

Досвід використання можливостей сучасних комп'ютерних технологій у вивченні шкільного курсу астрономії показує їх високу ефективність. Разом з тим, залишається актуальною проблема підбору мультимедійних електронних дидактичних засобів, їх логічний зв'язок з відповідними розділами курсу. Саме тому вчитель має використовувати комп'ютер, як потужний дидактичний засіб, який дозволяє вирішувати широке коло навчальних задач.

Павленко О.М., к.тех.н.,

Муртазієв Е.Г., к.пед.н.,

Лисенко К.Ю., к.тех.н.,

Верещага В.М., д.тех.н.,

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

*Мелітопольська школа прикладної геометрії імені Володимира Найдюша*

## **УТВОРЕННЯ ТОЧКОВИХ ПОЛІНОМІВ З ВИКОРИСТАННЯМ КОМПОМАТРИЦЬ - ГЕОМЕТРИЧНА ФІГУРА**

Компоматриця-геометрична фігура утворюється шляхом множення компоматриць точкової та параметричної, утворених для одного геометричного об'єкту. З їхнім використанням можна відтворити вихідний геометричний об'єкт як у дискретному так і у неперервному виглядах. Систематизація компоматриць-геометрична фігура дозволить безпомилково формалізувати вихідні умови задач у композиційному геометричному моделюванні та чітко оформлювати їх розв'язок. Застосування компоматриць-геометрична фігура дає можливість формалізувати дискретно задані лінії, поверхні та геометричні тіла довільної форми з метою подальшого створення для них неперервних моделей із використанням композиційної геометричної інтерполяції. При цьому, дискретно задані геометричні об'єкти довільної форми можуть містити як однократні так і мнонократні точки. Навіть більше того, компоматриці-геометрична фігура можуть формалізувати лінії, що виродились у точку, поверхні у вигляді однієї точки, а також геометричне тіло, яке перетворилось у точку. І, відповідно, точкові поліноми, що утворені на основі такої компоматриці-геометрична фігура композиційно інтерполюватимуть точку як криву або як поверхню, або як геометричне тіло. Або іншими словами,  $n$ -кратну точку композиційно інтерполюватиме точковий поліном  $(n - 1)$ -го степеня. При цьому, однопараметричний поліном  $(n - 1)$ -го степеня інтерполюватиме  $n$ -кратну точку як криву лінію, що виродилась у точку. Двопараметричний точковий поліном  $(n - 1)$ -го степеня інтерполюватиме цю точку як поверхню, що виродилась у точку. Трипараметричний точковий поліном інтерполюватиме її як геометричне тіло. Така можливість композиційної геометричної інтерполяції є надзвичайно важливою для моделювання геометричних об'єктів, які містять трикутникові чарунки, криві лінії, що збігаються, тощо.

Спираючись на проведені нами дослідження щодо систематизації



компоматриць-геометрична фігура ( далі “Компоматриця”) підсумовує наступне.

1. Сума елементів однопараметричної Компоматриці утворює точковий поліном, що композиційно інтерполює окремо розташовану криву лінію.

2. Сума елементів дворозмірної однопараметричної Компоматриці утворює двопараметричний точковий поліном, що композиційно інтерполює криву лінію, яка входить до складу сегменту поверхні.

3. Сума елементів трирозмірної однопараметричної Компоматриці утворює трипараметричний точковий поліном, що композиційно інтерполює криву лінію, яка входить до складу сегменту геометричного тіла.

4. Сума елементів дворозмірної двопараметричної Компоматриці утворює двопараметричний точковий поліном, що композиційно інтерполює сегмент окремо розташованої поверхні довільної форми.

5. Сума елементів трирозмірної двопараметричної Компоматриці утворює трипараметричний точковий поліном, що композиційно інтерполює сегмент поверхні, яка входить до складу геометричного тіла.

6. Сума елементів трирозмірної трипараметричної Компоматриці утворює трипараметричний точковий поліном, що композиційно інтерполює точки сегменту геометричного тіла як на його поверхні, так і всередині нього.

Poliak Yurii, Post Graduate student

*Kyiv National University of Construction and Architecture (Ukraine)*

## **INCREASING THE ENERGY EFFICIENCY OF GREEN BUILDINGS IN THE POST-WAR PERIOD IN UKRAINE**

Currently, it is important in Ukraine to intensively implement European approaches to strategic planning and implementation of state policy in the field of energy efficiency and construction, development of green buildings, development of new design sectors for further improvement of energy-efficient green construction. After the victory in the war, Ukraine has a chance to rebuild public and residential buildings according to new principles of energy efficiency.

One of the principles of energy-efficient construction is the use of renewable energy sources, including solar energy, solar systems that convert the sun's energy into heat and electricity to power buildings. At the same time, the problem arises of determining the optimal geometric parameters of the orientation and area of solar receivers for increasing the energy efficiency of buildings, developing analytical and graphical methods for their determination. The outlined task is an actual scientific and applied problem.

Regarding conducting research on the development of graphical and analytical methods for quick determination of the geometric parameters of solar receivers in the design of green buildings.

Сегеда І.В., к.екон.н.,

Кублій Л.І., к.тех.н.,

*Національний технічний університет України “КПІ імені Ігоря Сікорського”  
(м. Київ, Україна)*

## **ДЕЦЕНТРАЛІЗОВАНА ПЛАТФОРМА ДЛЯ БЛАГОДІЙНОСТІ**

Враховуючи всі позитивні аспекти, які вже були надані Україні через благодійні внески в криптоактивах, досі немає повного розуміння того, як слід заохочувати нових користувачів криптоактивів продовжувати підтримувати Україну у довгостроковій перспективі. Мета дослідження – розробити єдину децентралізовану систему благодійних пожертв з криптоактивами для підтримки та відновлення України. Для цього необхідно вирішити низку завдань: провести теоретичний аналіз існуючих рішень для зберігання та пасивної експлуатації заблокованих криптоактивів у децентралізованих фінансових протоколах; визначити методи розрахунку, правила та необхідні функції децентралізованого протоколу для підтримки можливості обміну та отримання прибутку від заблокованих коштів з благодійною метою; обґрунтувати вибір засобів та технологій розробки системи; розробити архітектуру, моделі та програмну реалізацію децентралізованої системи благодійності. Одна з основних технологій сучасної децентралізованої фінансової екосистеми, це пули ліквідності, які використовуються для полегшення децентралізованої торгівлі, кредитування та багатьох інших функцій. Програмно-апаратна частина системи буде розміщена на системі смарт-контрактів. Для підвищення продуктивності системи необхідно використовувати технологію рендерингу веб-сторінок на сервері та статичну генерацію. Hardhat була обрана як бібліотека для допомоги у розробці та тестуванні інструментів смарт-контрактів.

Зі зростанням попиту на використання криптоактивів в Україні зростає і попит на системи, які використовують ці криптоактиви. Розроблена система дозволить залучати нові активи, що дозволить збільшити їх використання та розповсюдження у децентралізованому світі, що в свою чергу підвищить увагу до війни в Україні та буде сприяти наданню допомоги для швидкої перемоги та відновленні нашої країни.

Сидоренко Ю.В., к.тех.н.,

Шалденко О.В., к.тех.н.,

Онисько А.І., к.військ.н.,

*Національний технічний університет України “КПІ імені Ігоря Сікорського”  
(Україна)*

## **ГЕНЕРУВАННЯ СХОЖИХ ОБ’ЄКТІВ ЗАСОБАМИ ПОЛІТОЧКОВИХ ПЕРЕТВОРЕНЬ**

При створенні сучасних анімаційних продуктів та комп’ютерних ігор є необхідність створення гравців, яких може бути багато на одному екрані. Часто

необхідно створювати групи схожих істот, які відрізняються одне від одного лише положенням на екрані, або розміром, зберігаючи форму об'єкта. Створення таких об'єктів потребує багато часу та використання надмірної кількості ресурсів. Цю роботу можна спростити шляхом автоматизації процесу генерування схожих об'єктів. Таку змогу надає спосіб політочкових перетворень геометричних об'єктів.

В роботі розглядається система політочкових перетворень групи об'єктів у одному базисі. На вхід системи подаються різні групи об'єктів, якими можуть бути: коло, трикутник, квадрат, правильний та неправильний багатокутники.

На виході системи отримуємо ці об'єкти після проведення політочкових перетворень. Кількість переміщень точок базису впливає на кількість нових об'єктів. А напрями змін положення точок впливатиме на деформацію об'єктів.

В результаті роботи було зроблено висновок щодо доцільності використання політочкових перетворень для генерації геометричних об'єктів, що дасть можливість зекономити ресурси та зменшити час на відтворення фігур після деформаційних змін. У статті пропонується використання створеної комп'ютерної системи для наочного відстеження процесу змін в режимі реального часу.

Сидоренко Ю.В., к.тех.н.,

Шалденко О.В., к.тех.н.,

Онисько А.І., к.військ.н.,

*Національний технічний університет України "КПІ імені Ігоря Сікорського"*  
(м. Київ, Україна)

## **РОЗШИРЕННЯ ФУНКЦІОНАЛУ ПОЛІТОЧКОВИХ ПЕРЕТВОРЕНЬ ПРИ ГЕНЕРАЦІЇ ОБ'ЄКТІВ**

Системи генерації схожих об'єктів побудовані із залученням апарату політочкових перетворень. Одним із способів розширення можливостей цього апарату є застосування різних видів функціоналів при розв'язанні задачі оптимізації.

У класичному випадку використовується функціонал такого вигляду:

$$S = \sum_{i=1}^p (\omega_i - 1)^2 \rightarrow \min.$$

Фізика цього функціоналу зводиться до того, що політочкові координати образу і прообразу повинні бути схожі, а саме, їх відношення повинно бути близько до одиниці.

Для розширення можливостей політочкових перетворень можна застосувати інший функціонал, у загальному вигляді його можна представити таким чином:

$$S = \sum_{i=1}^p m (\beta_i, \beta_j)^2 (\omega_i - \omega_j)^2, \quad 1 \leq j \leq p.$$

У цьому вигляді виникає поняття вагового коефіцієнта  $m$ , який може бути

заданий і як число, і як функція. Значення можуть бути задані як до перетворення, так і в процесі: до кожного нового об'єкта своє значення. Якщо мова йде про групу геометричних тіл, то ці вагові коефіцієнти можуть суттєво впливати на конфігурацію результату, тобто, на форму отриманих після деформації об'єктів.

За допомогою вагових коефіцієнтів можна, наприклад ввести обернену залежність від відстані між об'єктом і точками базису, що обумовить тісний зв'язок впливу перетворень на точки, що знаходяться поруч, та поодаль. Чим відстань менша, тим вплив деформації буде більшою, і навпаки. Це зробить утворення нових об'єктів більш реалістичними і більш прийнятним для ока користувача.

Сидоренко Ю.В., к.тех.н.,

Кривов'язук М. О.,

*Національний технічний університет України "КПІ імені Ігоря Сікорського"*  
(м. Київ, Україна)

## **СТВОРЕННЯ ІНТЕРАКТИВНОГО ПІДРУЧНИКА З ДИСЦИПЛІНИ «ГЕОМЕТРИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ»**

В процесі навчання студенти стикаються з проблемою несприйняття матеріалу із-за багатьох проблем сучасного життя. Вже декілька років навчання в Україні проводиться в режимі он-лайн. Спочатку Ковід, а потім війна заважають проводити повноцінні заняття. У цих умовах доводиться знаходити нові підходи для того, щоб матеріал, який викладається, можна було легше сприймати.

Методи обробки та візуалізації графічної інформації стає важливим аспектом у різних сферах людського життя, таких як будівництво, машинобудування, медицина, бізнес, комп'ютерні ігри, анімація, спорт і таке інше. Вміння ефективно використовувати методи та алгоритми геометричного моделювання сприяє досягненню успіхів у багатьох областях.

Саме тому створення інтерактивного підручника для вивчення основ геометричного моделювання можна вважати актуальним.

Веб-ресурс має вирішувати певні задачі, такі як побудова системи координат, побудова основних примітивів, візуалізація кривих другого та вищих порядків, наявність структур з теоретичними відомостями та таке інше.

Потенційними користувачами підручника можуть бути студенти вищих навчальних закладів, викладачі, інженери, винахідники. Він може активно використовуватись при поясненні основних засад геометричного моделювання. для відображення графіків, об'єктів 2D та 3D простору, а також для їх модифікацій та взаємодії.

Сівак Є.М., к.тех.н.,

Матюшенко М.В., к.тех.н.,

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

## **ТЕОРЕТИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ЗУБЧАСТИХ ЗАЧЕПЛЕНЬ**

Невід'ємною частиною більшості сучасних машин, частиною, яка визначає їх якість та надійність є зубчасті передачі, будучі одним із найпоширеніших видів механічних передач.

Різноманітні дослідження неодноразово доводять, що вже тільки за рахунок зміни геометрії зачеплення можна досягти значного поліпшення умов роботи зубчастих передач, збільшити термін служби при збереженні інших умов.

Реалізація ідей для подальших досліджень, пов'язаних з темою геометричних параметрів зубчастих зачеплень та їх теоретичних характеристик необхідна в деяких інноваційних розробках.

Доцільність геометричного узагальнення побудови зубчастих зачеплень, спільність понять та визначень дозволяє поєднати зусилля технологів, проєктантів, дослідників у створенні найбільш раціональних зубчастих передач, що підтверджується на основі порівняння різних варіантів технологічних рішень та відповідного їм співвідношення витрат та вигод.

Спирінцев Д.В., к.тех.н.,

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

## **ВДОСКОНАЛЕННЯ ДЕМОНСТРАЦІЙНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ З ФІЗИКИ НА ОСНОВІ ІКТ**

Створення зацікавленого ставлення до навчання - проблема, що проходить через всю історію школи, що не втратила актуальності і сьогодні. Результати навчальної діяльності багато в чому залежать від того, що спонукає цю діяльність, тобто залежать від мотивів. Від того, як вдається розвинути мотивацію навчання у школярів, викликати потребу в знаннях, навчити вчитися, багато в чому залежить успішність навчання. Учень не може бути примушений вчитися якщо він відноситься до знань байдуже і без інтересу. Таким чином хоч би яким був школяр без бажання і мотивації до навчання успіхів він не доб'ється.

Одним з перспективних шляхів розвитку і підвищення мотивації може бути в застосуванні нетрадиційних методів і форм організації уроку. Спрямовуючи захоплення інформаційними технологіями на навчання, можна суттєво підвищити пізнавальну активність учнів, підвищити їх рівень знань та мотивацію до навчання, розвивати загальні, цифрові, математичні та дослідницькі компетентності.

За допомогою ІКТ можна проводити фізичні експерименти та

спостерігати астрономічні явища. Таке навчання спонукає учнів до ініціативності, активної позиції та творчого підходу у різних формах та видах діяльності, передбачає здобування знань і вмій, а не лише їх отримання, конструювання власного світогляду, формування ключових компетентностей особисто школярем, що суттєво підвищує результативність та якість освітнього процесу, сприяє розвитку здібностей навчання впродовж всього життя.

Актуальність полягає в формуванні мотивації до навчання фізики у здобувачів освіти, розвитку їх пізнавальної активності, дослідницьких компетентностей та впровадження завдань практичного та дослідницького характеру, розробці практичних методичних розробок або схематичних інструкцій використання ІКТ для організації практичної діяльності на заняттях з фізики.

Спирінцев Д.В., к.тех.н.,

Андрющенко О.Ю.

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

## **ІНТЕГРОВАНІ ЛАБОРАТОРНІ РОБОТИ З ФІЗИКИ ЯК КОМПОНЕНТ STEM ОСВІТИ**

Одним із напрямків інноваційного розвитку природничо-математичної освіти є STEM освіта, завдяки якій діти розвивають логічне мислення та технічну грамотність, вчать вирішувати поставлені задачі, стають новаторами та винахідниками. Головна мета впровадження STEM-освіти полягає у реалізації державної політики з урахуванням нових вимог Закону України «Про освіту» щодо посилення розвитку науково-технічного напрямку в навчально-методичній діяльності на всіх рівнях.

Основні ключові компетентності концепції НУШ гармонійно входять у систему STEM-освіти, створюючи основу для успішної самореалізації особистості і як фахівця, і як громадянина. Впровадження системи STEM-освіти продиктовано вимогою «нової економіки». У майбутньому з'являться професії, які будуть пов'язані з технологією і високотехнологічним виробництвом на стику з природничими науками. Здобуття сучасних професій потребує всебічної підготовки та отримання знань із різних освітніх областей природничих наук, інженерії, технологій та програмування, напрямів які охоплює STEM-освіти.

Інтегрований урок об'єднує блоки знань із різних навчальних предметів, тем навколо однієї проблеми з метою інформаційного та емоційного збагачення сприймання, мислення, почуттів учня, що дає змогу пізнати певне явище різнобічно, досягти цілісності знань. Такий урок спрямований на розкриття загальних закономірностей, законів, ідей, теорій, відображених у різних науках і відповідних їм навчальних предметах. Він забезпечує формування в учнів цілісної системи уявлень про діалектико - матеріалістичні закони пізнання навколишнього світу у їх взаємозв'язку та взаємозумовленості і сприяє

поглибленню та розширенню знань учнів, діапазону їх практичного застосування. Мета інтегрованих уроків - формування в учнів цілісного світогляду про навколишній світ, активізації їх пізнавальної діяльності; підвищення якості засвоєння сприйнятого матеріалу; створення творчої атмосфери в колективі учнів: виявлення здібностей учнів та їх особливостей; формування навичок самостійної роботи школярів з додатковою довідниковою літературою, таблицями міжпредметних зв'язків, опорними схемами; підвищення інтересу учнів до матеріалу, що вивчається; ефективна реалізація розвивально - виховної функції навчання.

Введення в педагогічну практику інтегрованих уроків здійснює перебудову процесу навчання. У такий спосіб частково вирішується існуюча у предметній системі суперечність між розрізненими предметними знаннями учнів і необхідністю їх комплексного застосування на практиці, у трудовій діяльності та в житті людини. Методичне проведення інтегрованих уроків потребує дуже високого професіоналізму й ерудиції вчителів.

Tereschuk Mykola, Doctor of Philosophy

*Kyiv National University of Construction and Architecture (Ukraine)*

## **CLUSTER ELEMENTS IN ENERGY-EFFICIENT RESIDENTIAL BUILDINGS**

This study is devoted to the proposed approach of using information technologies, clusters, in particular for computer geometric modeling, to increase the efficiency of buildings. One of the principles of energy-efficient construction is the use of renewable energy sources, including solar, heliosystems that convert the sun's energy into heat and electricity to power buildings.

A study was carried out to ensure the rapid design of energy-efficient buildings, models were developed, clusters were determined, solutions to the problems of determining the optimal orientation parameters of azimuth and angle of inclination ( $A\sigma$ ,  $\omega$ ) of various types of solar receivers, the amount of incoming and converted solar energy (into electrical and thermal energy), area and location location of solar receivers on the enclosing structures of buildings to obtain a certain amount of energy, etc.

Федченко Г.В., к.тех.н.,

Матюшенко М.В., к.тех.н.,

Голотенко К.С.,

*Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»(Україна)*

## **СТВОРЕННЯ ОНЛАЙН ГРИ МУЛЬТИПЛЕЄРА НА БАЗІ ДОМЕНУ**

В роботі досліджуються актуальна тема, що пов'язана з багатокористувацькими іграми, які завжди об'єднували велику кількість людей

за проведенням дозвілля. Коли гра стане доступною публічно, вона якісно урізноманітнить жанр браузерних багатокористувацьких ігор. Об'єктом роботи є галузь інтернет технологій, яка займається вивченням та розробкою багатокористувацьких онлайн ігор, орієнтованих на запуск та використання в інтернет браузерах. Предметом роботи є двомірна багатокористувацька онлайн гра. Робота присвячена виявленню найкращого способу обміну даним між клієнтською та серверною стороною, та правильною відмальовкою програмно анімованих персонажей. Що є можливим завдяки використанню сучасного стеку технологій та простий, але вичерпний архітектурі. Налагоджений життєвий цикл забезпечить надійну продуктивність та відлагоджену роботу гри, навіть при нестабільному інтернет зв'язку, або техніці з низькою обчислювальною потужністю. В той час як нові ігрові цілі та спосіб їх досягнення, зроблять проект більш конкурентним.

Головною вимогою до реалізації життєвого циклу є неперервний обмін даними між клієнтом і сервером. Технологія Socket.IO забезпечує лише орієнтоване на події безпервне з'єднання. Механізм обміну був реалізований власноруч. Клієнтська частина використовує canvas, як простір для створення ігрового майданчика і інтерфейс взаємодії персонажа і користувача. Для реалізації ігрового процесу було використано низку математичних розрахунків та алгоритмів, що описують дії гри. Весь дизайн був розроблений в графічному редакторі в Figma та Inkscape.

У розробці задіяний обширний стек сучасних технологій, до яких входять: TypeScript мова програмування, NodeJS — JavaScript незалежно від оточення, React для побудови користувацького інтерфейсу, styled-components для стилізації компонент, Express фреймворк для сервера, Socket.IO для двонаправленого зв'язку клієнта і сервера. Тестування проводилось у Chrome, Safari і Firefox на одному з найменших мобільних пристроїв iPhone SE. Результатом виконаної роботи є створена багатокористувацька онлайн гра.

Холодник Ю.В., к.тех.н.

*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного (м. Запоріжжя, Україна)*

## **МОДЕЛЮВАННЯ ОБВОДІВ ІЗ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯМ ЗАДАНОЇ ТОЧНОСТІ ІНТЕРПОЛЯЦІЇ**

Формування одновимірних обводів за заданими умовами – одна з найбільш важливих задач геометричного моделювання. Задача розв'язується варіативним дискретним геометричним моделюванням, яке передбачає формування вихідного ряду проміжних точок згущення. Дискретна модель кривої складається з точкового ряду, заданих геометричних характеристик та алгоритму згущення. Інтерполіруюча крива формується у вигляді точкового ряду, по ділянках, які можливо інтерполювати кривою з монотонною зміною кривини. Точки згущення призначаються з умови існування області можливого розташування кривої із заданими характеристиками. Область можливого



рішення локалізується внаслідок послідовних згущень точкового ряду. Це дозволяє інтерполювати точковий ряд довільної конфігурації.

Припущення, на основі якого формується крива, таке: якщо існує крива лінія, що інтерполює вихідний точковий ряд, і у цієї лінії відсутні особливі точки (точки перегину, зміни напрямку зростання вздовж кривої значень кривизни, кручення тощо), то такі особливі точки відсутні і вихідного об'єкта. Розглядається дві складові виникнення похибки.

Похибка, з якою сформована крива лінія, що інтерполює вихідний точковий ряд, представляє вихідну криву, оцінюється як область можливого розташування всіх кривих ліній, властивості яких ідентичні властивостям вихідної кривої. Інтерполіруюча крива лінія формується у вигляді згущеного точкового ряду, що складається з скільки завгодно великої кількості вузлів, визначених виходячи з умови можливості інтерполювати його кривою лінією із заданими характеристиками.

Похибка формування інтерполюючої кривої лінії оцінюється як область можливого розташування кривої лінії, що інтерполює згущений точковий ряд. Область розташування кривої, визначена з умови опуклості кривої, максимальна і є вихідною. Накладення наступних умов: монотонна зміна кривини вздовж кривої та призначення фіксованих положень дотичних і значень кривини у вихідних точках, локалізує область можливого рішення.

Черельов С.В., аспірант,

Устиненко О.В., к.тех.н.,

Бондаренко О.В., к.тех.н.,

*Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"*

Протасов Р.В.,

*Словацький технічний університет в Братиславі, старший викладач кафедри транспортної техніки та конструювання, м. Братислава, Словаччина*

Андрієнко С.В.,

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

## **ПОБУДОВА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ОПТИМІЗАЦІЇ ЦИЛІНДРИЧНИХ ЗУБЧАСТИХ ПЕРЕДАЧ ІЗ ПІДВИЩЕНИМ КОЕФІЦІЄНТОМ ПЕРЕКРИТТЯ**

Зниження маси та габаритів зубчастих передач є актуальною задачею сучасного машинобудування. Одним із перспективних шляхів її розв'язання для циліндричних евольвентних прямозубцевих передач є застосування зачеплення зі збільшеною робочою висотою зубців та коефіцієнтом торцевого перекриття  $\varepsilon_\alpha \geq 2$ .

Дослідження присвячено побудові математичної моделі оптимізації саме таких передач. Критерій оптимальності сформульовано наступним чином: контактні напруження у полюсі зачеплення  $\sigma_H$  повинні приймати мінімально можливе значення при виконанні усіх конструктивних, геометро-кінематичних та технологічних обмежень, насамперед, при забезпеченні коефіцієнта

торцевого перекриття  $\varepsilon_\alpha \geq 2$ .

Записані рівняння, що складають математичну модель оптимізації. Цільову функцію побудовано у вигляді  $F_\sigma = \sigma_H \rightarrow \min$ . Визначені змінні проектування: коефіцієнти висоти головки зубців вихідних контурів шестерні та колеса  $h_{a1}^*$ ,  $h_{a2}^*$ ; кут профілю вихідного контуру  $\alpha$ ; коефіцієнт зміщення вихідного контуру шестерні  $x_1$ .

Сформовано систему обмежень на змінні проектування: основне функціональне обмеження на мінімальну величину коефіцієнта торцевого перекриття –  $\varepsilon_\alpha \geq 2$ ; обмеження на коефіцієнти висоти головки зубців вихідних контурів шестерні та колеса  $h_{a1}^*$ ,  $h_{a2}^*$ ; обмеження на кут профілю вихідного контуру  $\alpha$ ; обмеження на значення коефіцієнтів зміщення вихідного контуру  $x_1$ ,  $x_2$ ; відсутність підрізання ніжок зубців шестерні та колеса; відсутність загострення вершин зубців шестерні та колеса; відсутність інтерференції у зачепленні; умова забезпечення міцності зубців шестерні та колеса при згині.

Для розв'язання задачі було обрано метод зондування простору параметрів, де у якості пробних точок в одиничному багатомірному кубі використовуються точки ЛПт-послідовності. До переваг цього метода можна віднести велику максимальну кількість змінних проектування – 51, а також достатньо велику максимальну кількість пробних точок –  $2^{20}$ .

У подальших дослідженнях планується: розробити прикладні методики та алгоритми розв'язання задачі; провести тестові та перевірочні розрахунки з метою підтвердження та оцінки отриманих теоретичних результатів; запропонувати варіанти HCR-зачеплень із коефіцієнтом торцевого перекриття  $\varepsilon_\alpha \geq 2$ , що забезпечують підвищену навантажувальну здатність.

Шоман О.В., д.тех.н.,

Даниленко В.Я.,

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

## **ФОРМУВАННЯ ВХІДНИХ ДАНИХ ДО МОДЕЛЮВАННЯ ФІЗИЧНИХ ПОЛІВ НА ОСНОВІ КОНФОРМНИХ ВІДОБРАЖЕНЬ**

Під час конкретизації вхідних умов для задач моделювання реальних процесів виникають складнощі, пов'язані з деталізацією опису фізичного поля або процесу.

Звичайним і логічним є прагнення одержати чисельний результат, після чого розробити рекомендації для практичного втілення. Використання методу моделювання квазіпаралельних множин на основі конформних відображень у тому вигляді, в якому цей метод входить в теорію узагальнених паралельних множин, обмежується тими видами фізичних полів, для яких розроблено математичні моделі та які характеризуються заздалегідь визначеними граничними умовами. У зв'язку з цим розв'язання задачі одержання за математичною моделлю візуальної картини здійснюється розробленим методом з використанням конформних відображень.

Цей геометричний метод дозволяє одержати конформні сітки в умовних одиницях на зображенні. Для науково-практичних задач моделювання згладжування поверхонь та рівномірності нанесення покриттів на поверхні складної форми у вхідних даних формується геометрична конструктивна схема, визначаються граничні умови та обмеження. Наприклад, фізичний процес не має розсіюватися в просторі (на площині), а підкорятися дії накладеного на нього поля (електричного). Тоді і змодельована візуальна картина відповідатиме реальному розподілу фізичних параметрів.



**МЕЛІТОПОЛЬСЬКА ШКОЛА РАДА ВІТАТИ ВАС НА**

**25**

**МІЖНАРОДНІЙ**

**НАУКОВО-ПРАКТИЧНІЙ КОНФЕРЕНЦІЇ**

**«СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ГЕОМЕТРИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ»**



## ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ

25 МІЖНАРОДНОЇ  
НАУКОВО – ПРАКТИЧНОЇ  
КОНФЕРЕНЦІЇ

# СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ГЕОМЕТРИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

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.