

ВІЗУАЛІЗАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПЛОСКИХ КРИВИХ У СЕРЕДОВИЩІ MS EXCEL ТА ЇХ УПРОВАДЖЕННЯ ДО САПР AUTOCAD В ІНЖЕНЕРНО-ГРАФІЧНІЙ ПІДГОТОВЦІ

Дорошенко Ю.О., д.т.н., професор,
doroshenko.yurii@tnu.edu.ua, ORCID: 0000-0001-6050-4401
Таврійський національний університет імені В. І. Вернадського
(Україна, м. Київ)

Анотація – у статті розглянуто застосування комп'ютерних технологій під час інженерно-графічної підготовки здобувачів вищої освіти для візуалізаційного моделювання плоских кривих та їх упровадження до САПР AutoCAD.

Ключові слова – геометричне моделювання, інженерно-графічна підготовка, плоскі криві, візуалізаційне моделювання, дискретно представлені криві.

Постановка проблеми. Формотворення геометричних чи геометризованих об'єктів зазвичай притаманне проектній, дизайнерській, інженерно-конструкторській, художньо-зображальній, науково-дослідній тощо діяльності різного призначення і у різних сферах. А одним із ключових аспектів такої діяльності (формотворення геометричних об'єктів) є цілеспрямований вибір базових кривих ліній (плоских чи просторових) та пошукове визначення оптимальної (відносно розв'язуваної задачі) їх форми шляхом керованої деформації (варіації форми – трансформації) з візуалізацією проміжних результатів. Використання комп'ютерних технологій з відповідним програмним забезпеченням підвищує ефективність такого пошукового процесу геометричного моделювання і забезпечує одержання геометричного об'єкта бажаної форми та впровадження його математичного опису (геометричної моделі) до певної САПР. Звісно, успішність професійної діяльності, пов'язаної з пошуковим варіативним формотворенням геометричних об'єктів з використанням певних комп'ютерних засобів і технологій, потребує здійснення відповідного навчання виконавців під час здобування ними вищої освіти і становить один із аспектів їхньої цифрової компетентності. Сказаним актуалізується тема цієї публікації.

Аналіз останніх досліджень. Розкриття актуалізованої теми цього дослідження ґрунтується на обчислювальному експерименті, який полягає у проведенні варіативних дослідів над математичною моделлю опрацьованого об'єкта на ЕОМ шляхом цілеспрямованої зміни числових значень параметрів моделі та синхронному спостереженні за поточними змінами об'єкта з підсумковим одержанням потрібного результату. А стосовно геометричного об'єкта – на його трансформації за методом деформаційного формотворення на основі деформативного моделювання – як оригінальній інноваційній технології геометричного моделювання у галузі прикладної геометрії [1].

Ознайомлення з питаннями загальної теорії кривих, з аналітичним, графічним і дискретно-точковим варіантами задання кривих ліній та вивчення геометричних властивостей кривих і особливостей їх форми у вищій технічній освіті здійснюється зазвичай на першому році навчання у межах навчальних дисциплін математичного спрямування та під час інженерно-графічної підготовки з використанням відповідної навчальної і методичної літератури.

При цьому здобувачі вищої освіти спочатку зорозово ознайомлюються з формою використовуваних на практиці аналітично заданих кривих за їх графічними зображеннями у навчальній літературі, а зати графічно відтворюють зображення таких кривих з використанням засобів і методів «ручної» графіки та комп'ютерної графіки. Цифровізація освітнього процесу стосовно зазначеного вище окрім автоматизації обчислень забезпечує унаочнення результатів навчально-пізнавальної діяльності та підвищує його ефективність. Наразі практична реалізація зазначеного потребує розробки і впровадження у освітній процес оригінальних дидактичних підходів, методів і засобів.

Деякі пропозиційні аспекти розв'язання зазначеної вище дидактичної проблеми (завдання) описані у [2]. Наразі також є низка публікацій, де описуються інноваційні дидактичні підходи та одержані практичні результати.

Зокрема, у публікації [3] наголошується на тому, що характерною особливістю наукових досліджень в прикладній геометрії є оперування абстрактними формами (кривими лініями, поверхнями, дотичними, тригранниками тощо), що виражені у символічному вигляді (аналітичними рівняннями). Без використання комп'ютерних алгебраїчних систем, таких як CAS Maple, неможливо здійснити послідовність символічних обчислень з аналітичними виразами, які описують складні геометричні моделі, та виконати їх візуалізацію. На підтвердження сказаного і демонстрації його практичної реалізації наводиться опис можливостей розробленого авторського програмного модуля CURVes для візуального дослідження форми довільної кривої, заданої векторно-параметричним рівнянням, у середовищі CAS Maple.

Публікація [4] присвячена побудові графіків поверхонь шляхом обертання твірних кривих навколо осей у середовищі математичного пакету MathCad. Автори у такий спосіб здійснюють демонстрацію можливостей графічного представлення розв'язання геометричних завдань на побудову з використанням математичного пакету MathCad.

Разом з тим, незважаючи на наявність публікацій з описом певних методичних здобутків, повного розв'язання окресленого вище дидактичного завдання допоки немає.

Формулювання цілей (Постановка завдання). Метою публікації є презентація досвіду застосування комп'ютерних технологій та інструментальних програмних засобів (ІПЗ) під час інженерно-графічної підготовки здобувачів вищої освіти для візуалізаційного моделювання плоских кривих та можливого упровадження їх моделей (дискретно-точкового представлення) до САПР AutoCAD.

Основна частина. Реалізацію мети публікації продемонструємо шляхом розгляду виконання відповідної роботи лабораторного практикуму інтегрованої навчальної дисципліни «Інженерна графіка та основи САПР» [5]. Почнемо зі стислого наведення методичних настанов щодо виконання роботи.

Лабораторна робота-семінар. Візуалізаційне варіативне моделювання кривих ліній. Комп'ютерний розрахунок базового точкового каркасу плоских кривих за їх аналітичними рівняннями. Керована трансформація аналітичних кривих (змінюючи значень параметрів рівнянь). Побудова континуальних плоских кривих (сплайнове інтерполяційне моделювання) за їх дискретно-точковим каркасом.

Завдання: Розробити комп'ютерну математичну модель (наприклад, як інтерактивний калькулятор у програмі MS Excel) певної кривої лінії (згідно зі своїм варіантом); обчислити точковий каркас цієї кривої лінії та візуалізувати її (наприклад, як графік функції у програмі MS Excel) з можливістю керування формою кривої лінії шляхом зміни числових значень виділених параметрів у її аналітичному рівнянні або зміни конфігурації керуючого апарату. Завдання щодо побудови кривих ліній та їх керованої деформації виконується у середовищі обраного ПЗ з використанням його можливостей і інструментів або за допомогою власної комп'ютерної програми. Кінцевий варіант обчисленої дискретно представленої кривої (ДПК) впроваджується і відтворюється у середовищі певної САПР (графічного редактора).

Модельні криві:

1. Конічні перерізи (діаметр основи, висота, кут нахилу січної площини, місце перетину висоти конуса і січної площини).

2. Еволюта еліпса.

3. Циклоїдальні (циклоїда, епіциклоїда, гіпоциклоїда) криві.

4. Евольвента кола.

5. Синусоїда.

6. Спіраль Архімеда.

7. Логарифмічна спіраль.

8. Ланцюгова лінія.

9. Еволюта циклоїди.

10. Крива Без'є 3-го порядку.

11. Строфоїда.

12. Верзьєра Аньєзі.

13. Декартов лист.

14. Кардіоїда.

15. Конхоїда.

16. Коло змінного радіусу.

17. Циссоїда.

18. Лемніската Бернуллі.

19. Еволюта параболи.

20. Крива другого порядку в інженерному варіанті задання.

21–25. Крива лінія як суперпозиція двох різних кривих (вибір пари кривих здійснює студент на власний розсуд).

Захист роботи відбувається на семінарі шляхом індивідуальної презентації результатів виконаного завдання у середовищі використаних програм з керованою трансформацією кривих ліній та надання відповідей на запитання викладача щодо особливостей формотворення модельних кривих ліній. Для виконання роботи студентам надається уся необхідна література у цифровому форматі

Для демонстрації у цій публікації проведення комп'ютерного експерименту щодо керованого варіативного формотворення плоскої кривої лінії з оперативною візуалізацією проміжних результатів обрано криву другого порядку в інженерному варіанті задання як найпоказовішу відносно мети і завдань цієї публікації та у зв'язку з можливістю наочної демонстрації процесу деформативного моделювання, а також зважаючи на широке застосування цієї кривої у формотвірній практиці. Уся робота виконується у середовищі програми MS Excel шляхом створення візуалізаційного інтерактивного калькулятора з використанням інструментального програмування. Інтерфейс створеного калькулятора та два результати його роботи показано на рис. 1.

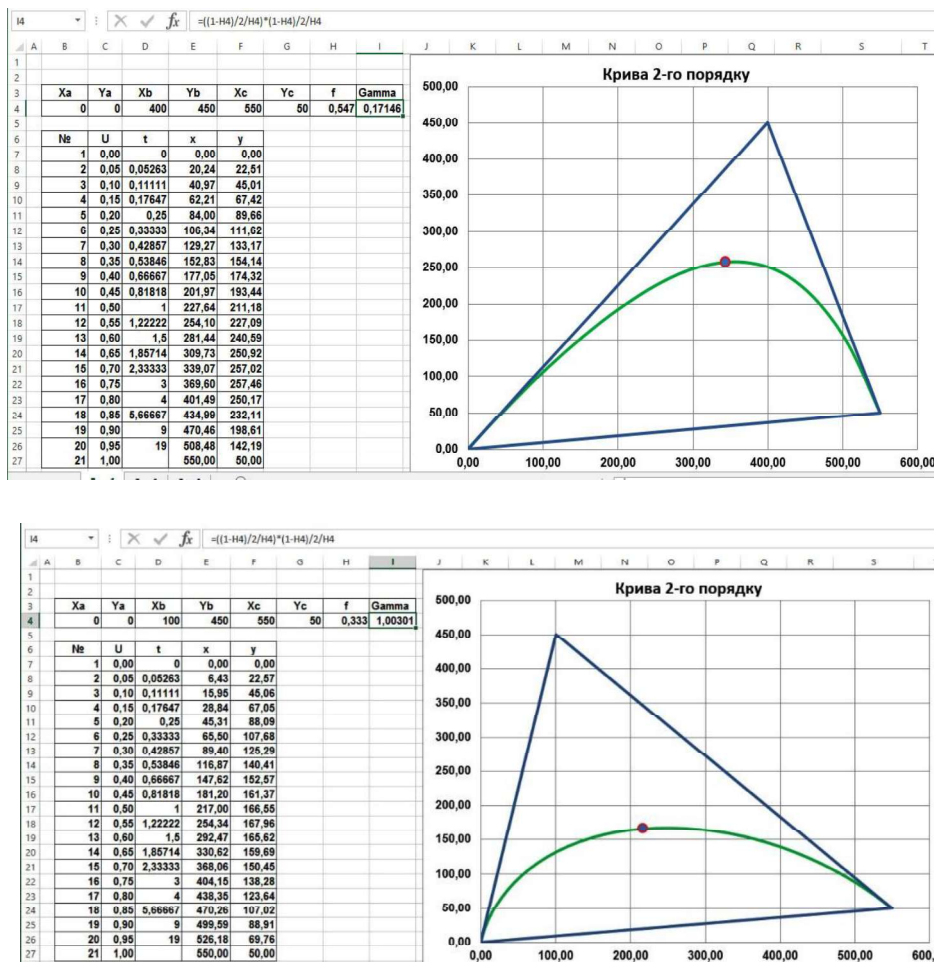


Рис. 1. Інтерфейс та результати роботи візуалізаційного інтерактивного калькулятора на основі метода деформаційного моделювання кривої другого порядку в інженерному варіанті задання.

Форма кривої другого порядку (К2П) в інженерному варіанті задання визначається характеристичним трикутником АВС (координати трьох точок-вершин) та дискримінантом f , який задає положення одиничної точки К2П на медіані характеристичного трикутника.

Кероване формотворення обраної плоскої кривої лінії (як певного геометричного об'єкта) з використанням Методу деформаційного моделювання (МДцМ) здійснюється за геометричною моделлю, в якій реалізовано певний метод деформативного моделювання (МДтМ), і полягає у керованій зміні конфігурації характеристичного трикутника та положення одиничної точки, що разом узятє складає керуючий апарат обох МДцМ і МДтМ.

Тут слід відмітити, що МДтМ закладається у моделі ГО як потенційний реалізатор можливої керованої трансформації ГО, а МДцМ виступає безпосереднім реалізатором трансформації ГО у процесі його керованого формотворення.

Розрахункові залежності (математичні формули) візуалізаційного калькулятора кривої другого порядку у інженерному варіанті задання на основі МДцМ відповідно з їх адресацією наведено у табл. 1.

Таблиця 1.

Розрахункові залежності (формули) візуалізаційного калькулятора кривої другого порядку у інженерному варіанті задання на основі МДцМ

Адреса комірки	Розрахункова формула
I4	$=((1-H4)/2/H4)*(1-H4)/2/H4$
C8	$=C7+0,05$
D7	$=C7/(1-C7)$
E7	$=(B\$4+\$D\$4*D7+\$F\$4*\$I\$4*D7*D7)/(1+D7+\$I\$4*D7*D7)$
F7	$=(C\$4+\$E\$4*D7+\$G\$4*\$I\$4*D7*D7)/(1+D7+\$I\$4*D7*D7)$

Висновки. У публікації з використанням обчислювального експерименту презентовано досвід застосування комп'ютерних технологій та інструментальних програмних засобів під час інженерно-графічної підготовки здобувачів вищої освіти для візуалізаційного моделювання плоских кривих, у геометричній моделі яких закладено метод деформативного моделювання, та можливого упровадження їх кінцевих точкових моделей (дискретно-точкового представлення) до САПР.

Бібліографічний список

1. Дорошенко Ю.О. Сутність та термінологічно-понятійний апарат деформативного конструювання геометричних об'єктів// Прикл. геометрія та інж. графіка. Праці/ Таврійська держ. агротехн. академія. – Вип. 4. – Т. 15. – Мелітополь: ТДАТА, 2002. – С. 78–84.
2. Дорошенко Ю.О. Полемічні аспекти методичної трансформації базової інженерно-графічної підготовки в сучасних умовах вищої освіти України// Обуховські читання: Матеріали XVIII Міжнародної науково-практичної конференції (м. Київ, 28 березня 2024 р.). К.: Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ. 2024. С.20–27. URL: <https://nubip.edu.ua/node/1157/5> «Обуховські читання».

3. Несвідомін В.М. Модульне програмування в CAS Maple на прикладі дослідження кривої лінії// Обуховські читання: Матеріали ХІХ Міжнародної науково-практичної конференції (м. Київ, 27 березня 2025 р.). К.: Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ. 2025. С.7–8. URL: <https://nubip.edu.ua/node/1157/5> «Обуховські читання».
4. Луданов, Д., Пергаменщик, І., Воробйов, О., Лазарчук-Воробйова, Ю. Побудова поверхні обертання за допомогою пакету MATHCAD// Прикладна геометрія, інженерна графіка та об'єкти інтелектуальної власності, 1(ХІІ), 2023. – С.142–144. Вилучено із <https://jagegip.kpi.ua/article/view/281979>.
5. Дорошенко Ю.О. Інженерна графіка та основи САПР: Зміст дисципліни і підсумковий контроль// Збірник доповідей ХІІІ Міжнародної науково-практичної конференції «Прикладна геометрія, інженерна графіка та об'єкти інтелектуальної власності» (м. Київ, 12 червня 2024 р.) – Випуск 13. – К.: НТУУ «КПІ», 2024. – С.145–151. URL: https://geometry.kpi.ua/files/Збірник_12%20_2023.pdf.