

УДК 515.2

Барбаш М. І., Барбаш В. І.

## НАРИСНА ГЕОМЕТРІЯ В УМОВАХ ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ОСВІТНІХ ТЕХНОЛОГІЙ

*Тривалий період реформування навчального процесу та методик викладання нарисної геометрії не забезпечив вирішення питання достатнього розуміння загальних принципів побудови зображень об'єктів тривимірного простору на двовірному кресленні, вивчення геометричних форм та їх властивостей за плоскими зображеннями в обмеженому учбовому часі.*

*У роботі розглянуто створення навчальних комплексів з використанням систем автоматизованого проектування AutoCAD, Компас для вивчення нарисної геометрії, інженерної та комп'ютерної графіки в вищих навчальних закладах. Запропоновано метод побудови комплексних об'єктів із простих елементів на базі алгоритмів моделювання криволінійних поверхонь. Головними аспектами при створенні навчальних комплексів є наочність та можливість їх коригування користувачем в процесі використання у звичному програмному середовищі.*

**Ключові слова:** *нарисна геометрія, інструменти моделювання, система автоматизованого проектування, моделювання поверхонь.*

**Постановка проблеми.** Властивості поверхонь в багатьох випадках визначаються властивостями ліній, що утворюють дану поверхню. Властивості ліній, в свою чергу, визначаються видами математичних функцій, які описують ці лінії. В сучасних системах автоматизованого проектування головним інструментом моделювання кривих складної форми є NURBS-криві, завдяки як їх властивостям, так і їх впровадженню в міжнародні стандарти CAD/CAM. В статті розглядається створення навчальних комплексів для вивчення курсу нарисної геометрії на базі САПР AutoCAD, Компас 3D. Найважливішими моментами при створенні комплексів є наочність тривимірних моделей та можливість зміни їх користувачем під час розв'язання конкретних задач

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Сучасні технології дозволяють змінити підхід до викладання нарисної геометрії в навчальних закладах, полегшити розуміння побудови проектування п-вимірного простору на m-вимірний. Але, застосування таких технологій найчастіше зводиться до демонстрації впорядкованих фрагментів поетапного вирішення позиційної чи метричної задачі та використання статичних тривимірних чорно-білих чи кольорових образів. Інтерактивні тематичні комплекти мають застосування при поглибленому вивченні стереометрії: при розгляді конфігурацій конусів, сфер, циліндрів та інших квадрик, тобто ліній і поверхонь, які описані квадратичними рівняннями в Декартових координатах; побудові поверхонь, що перетинаються, сферичних трикутника і чотирикутника, розв'язанні задач на знаходження площі поверхні, геометричного місця точок. Рішення складних стереометричних задач, дослідження просторових побудов за допомогою інтерактивних файлів поглиблює розуміння геометрії, розвиває просторову уяву.

**Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми.** Створення і використання навчальних комплексів з нарисної геометрії робить можливим покрокове вирішення задачі з використанням інтерактивної тривимірної графіки. Параметризація при роботі з геометричними моделями дозволяє коригувати конкретні числові змінні і використовувати параметричну модель як базову для створення типових. Відповідність таких комплексів двом найважливішим аспектам: наочності та, при необхідності, можливості їх коригування самим користувачем, дозволить підвищити мотивацію навчання, інтерес до отримання знань, покращити розуміння та засвоєння матеріалу, сприятиме формуванню необхідних професійних компетенцій та, нарешті, затребуваності майбутнього випускника на ринку праці.

**Метою статті** є дослідження способів виконання та використання навчальних комплексів для полегшення самостійної роботи студента, доля якої в загальній кількості годин на дисципліну майже щороку збільшується, та прискорення роботи викладача при проведенні модульних та підсумкових контрольних, дистанційному навчанні.

**Виклад основного матеріалу.** Під час вивчення курсу найчастіше проблеми виникають з темами утворення поверхонь (рис. 1, рис. 2) [1, с. 46], їх зображення на епюрі Монжа та випадками взаємного перетину поверхонь. З аналітичним способом завдання поверхонь (алгебраїчних, трансцендентних) студенти знайомі з курсу математики. Каркасний та кінематичний способи формування доцільно продемонструвати в 3D, чи навіть з використанням анімації. В подальшому це допоможе в формуванні навичок побудови образів за заданими умовами, чим і буде досягнуто одну з головних задач нарисної геометрії.

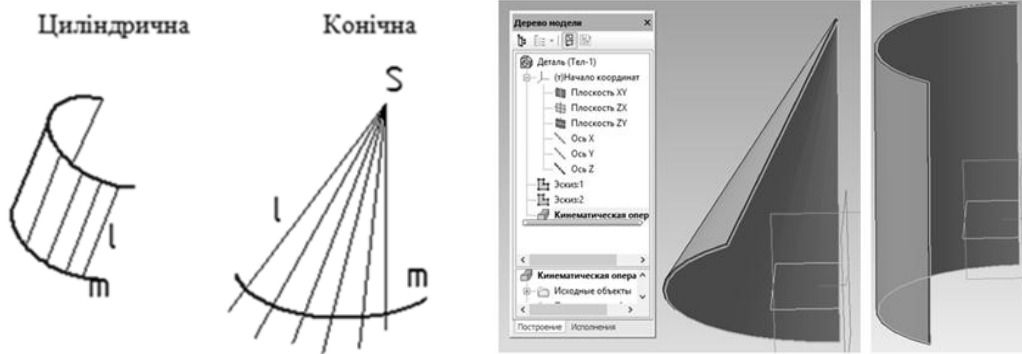


Рис. 1. Утворення лінійчатих поверхонь за допомогою твірної  $l$  і напрямних елементів  $S, m$  в традиційному викладенні та за допомогою кінематичних операцій

Практика досить часто вимагає вирішення задачі виготовлення виробів з листового матеріалу, що в свою чергу, потребує побудов розгорток: точних для багатограних поверхонь і відсіків розгортних поверхонь (торс, конус) та апроксимації нерозгортної поверхні відсіками розгортних для подальшої побудови наближеної розгортки. Розуміння процесу поетапної побудови поверхні в тривимірному середовищі спрощує розуміння понять дискретизації та інтерполяції поверхонь.

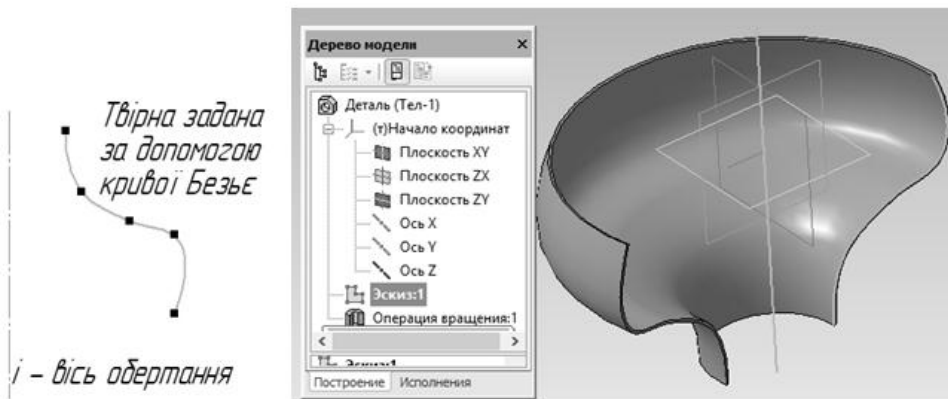


Рис. 2. Побудова обрису поверхні обертання

При наявності дерева побудови в навчальному комплексі викладач на будь якому етапі може пояснити порядок формування тривимірної моделі шляхом виключення наступних побудов для визначення головного ескізу чи операції на даному етапі. Користувач, в свою чергу, має змогу роздивитись модель з усіх боків (рис. 3, рис. 4), що дає можливість уникнути грубих помилок під час побудови (особливо при пошуку ліній перетину кривих чи гранних поверхонь) і одночасно підібрати доцільний спосіб розв'язку задачі.

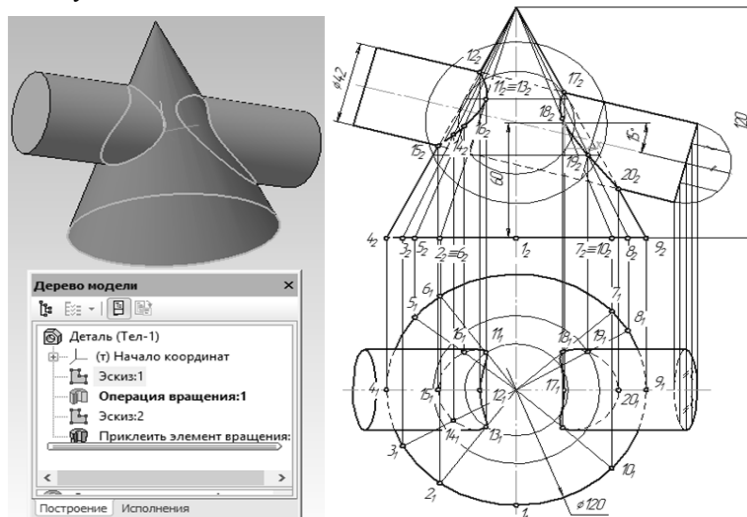


Рис. 3. Побудова ліній перетину двох поверхонь способом концентричних сфер

Інтерактивний навчальний комплекс дозволить розглянути конфігурації, в яких представлені важливі властивості сфер, циліндрів, конусів та інших кривих, тобто ліній, що описуються квадратичними рівняннями в декартових координатах. Необхідно пам'ятати, що основою математичного ядра сучасних систем автоматизованого проектування САПР є сплайн-функції (криві Безьє, NURBS), а криві другого порядку представлені в графічних САПР як окремий випадок раціонально параметризованої кубічної кривої [4; 5]. Тому відсутня можливість застосування кривої другого порядку в якості базового формоутворювального елемента при створенні модулів навчального комплексу. Нарисна геометрія є основою геометричного моделювання, тому особливу увагу потрібно приділяти варіантам вирішення задач, які в подальшому будуть використовуватись в CAD/CAM системах; наявність бібліотеки тривимірних складальних одиниць, створеної в системах AutoCAD, Компас 3D, забезпечить застосування її для деталювання складального креслення [3, с. 51].

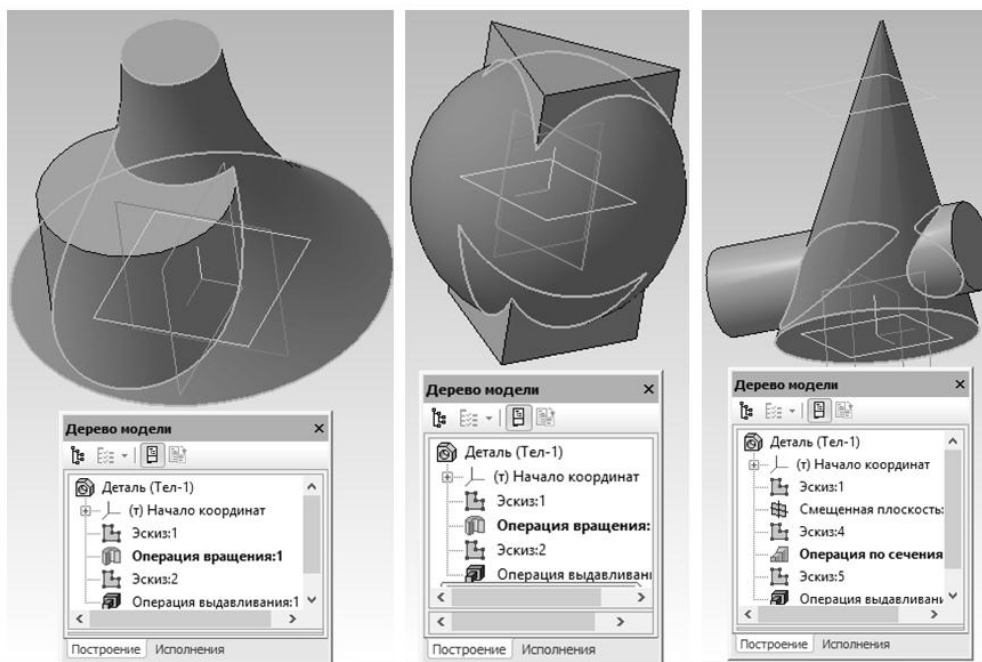


Рис. 4. 3D приклади до варіантів завдань з навчального комплексу

Розуміння розв'язку задач для тривимірного простору дозволить зробити стійке підґрунтя для подальшого вивчення правил виконання креслень технічного характеру (рис. 5), умовностей та спрощень на них та налаштування CAD/CAM систем для вирішення конкретної задачі.

На рисунку 5 показана найчастіша помилка, яка виникає при отриманні розрізу з правильно побудованої 3-вимірної моделі деталі, але незнання правил виконання складного ступінчастого розрізу на 2-вимірному кресленні [2; 3]. Виконання розрізу на тривимірній моделі та безпосередній перенос 3D зображення на двомірне креслення дає грубі помилки з точки зору правил виконання розрізів згідно ДСТУ.

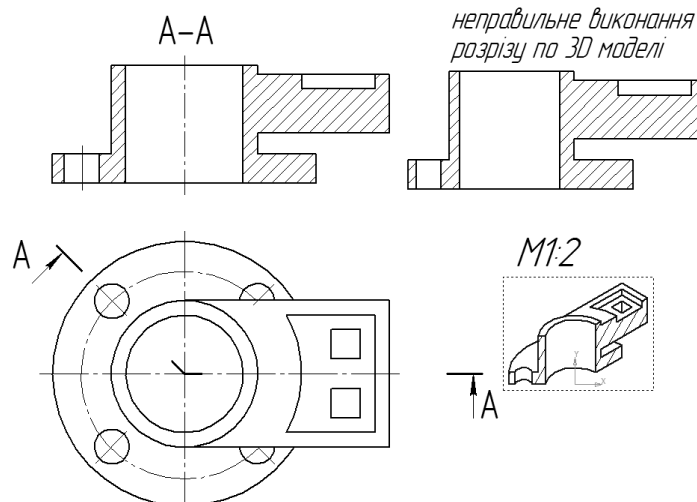


Рис. 5. Отримання асоціативного креслення

**Висновки і пропозиції.** Поєднання методів нарисної геометрії з візуалізацією, яку роблять можливою сучасні САПР, дозволяє знайти сучасний підхід до викладання таких базових дисциплін: як нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка. А розширення нарисної геометрії формами багатомірного простору дозволить зробити її теоретичною базою не лише геометричного моделювання будь-яких об'єктів, а й технологічних процесів, систем і т.п. Використання навчальних комплексів дозволить привести курс нарисної геометрії у відповідність до сучасних вимог, систематизувати підхід до вирішення позиційних і метричних задач, питань конструювання кривих поверхонь, дозволить змінити методи та структуру проведення практичних занять в бік формування стійких навичок побудови геометричних образів за заданими властивостями, підвищити рівень знань та умінь, якісно вдосконалити підхід до підготовки фахівців.

### Використані джерела

1. Черніков Б.І. Особливості розробки поверхонь технічних форм з врахуванням утворення світлової лінії. / Б.І. Черніков, М.І. Барбаш. // Вісник Чернігівського державного технологічного університету. – Чернігів : ЧДТУ. – 2010. – №42. – С. 45–48.
2. Барбаш М.І. Ключові операції над двомірними примітивами в комп'ютерній графіці / М.І. Барбаш, В.І. Барбаш. // Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. – Чернігів : ЧНПУ. – 2014. – №117. – С. 186–188.
3. Барбаш М.І. Базові операції комп'ютерної графіки. Засоби допоміжних побудов. / Марина Ігорівна Барбаш. // Вісник Чернігівського державного технологічного університету: зб. наук. пр. – Чернігів: ЧДТУ. – 2009. – №37. – С. 50-54.
4. Instruction on 3D modeling in AutoCAD [Електронний ресурс] // Autodesk Knowledge Network – Режим доступу до ресурсу: <https://knowledge.autodesk.com/support/autocad/troubleshooting/caas/sfdcarticles/sfdcarticles/Instruction-on-3D-modeling-in-AutoCAD.html>.
5. AutoCAD Civil 3D Learning Resources [Електронний ресурс] // Autodesk Knowledge Network – Режим доступу до ресурсу: <https://knowledge.autodesk.com/support/autocad-civil-3d/learn-explore/caas/documentation/CIV3D/2014/ENU/filesCUG/GUID-05D9F8B4-010B-4242-B96A-0961BE29752B-htm.html>.

*Barbash M., Barbash V.*

### DESCRIPTIVE GEOMETRY IN THE USE OF INFORMATION TECHNOLOGIES EDUCATION

*The long period of reform of the educational process and methods of teaching descriptive geometry did not provide solution to a sufficient understanding of the general principles of imaging of three-dimensional objects on a two-dimensional drawing, the study of geometric shapes and their properties in limited training time.*

*Descriptive geometry aims to depict in an 2D drawing an object that has three dimensions: length, width, and height. And on the basis of the image determines the shapes of bodies and the laws of their mutual arrangement. Creation and use of training complexes on descriptive geometry makes possible a step-by-step solution of the problem using interactive three-dimensional graphics. Parameterization when working with geometric models allows you to adjust specific numerical variables and use the parametric model as the base for creating model. The correspondence of such complexes to two most important aspects: visibility and the possibility of their adjustment by the user, will increase the motivation for learning, interest in obtaining knowledge, improve understanding and mastering of the material. The interactive training complex will allow to consider configurations in which important properties of spheres, cylinders, cones – lines, described by quadratic equations in Cartesian coordinates are presented. In the presence of tree of a constructing in the educational complex, the teacher at any stage can explain the order of formation of the three-dimensional model, excluding the subsequent constructions for determining the main sketch or operation at this stage.*

*The article substantiates the advisability of demonstrating in 3D or using animation for wireframe and kinematic methods of constructing surfaces. In the future, this will help in forming the skills of constructing images according to given conditions, and thus lead to the solution of one of the main tasks of descriptive geometry. The work deals with the creation of training complexes using AutoCAD automated design systems, Compass for studying descriptive geometry, engineering and computer graphics in higher educational institutions. A method for constructing complex objects from simple elements based on algorithms for modeling curvilinear surfaces is proposed. The main aspects in the creation of training complexes is the visibility and the possibility of their correction by the user in the process of using in a customary software environment.*

**Key words:** *Descriptive Geometry, modeling tools, computer-aided design system, modeling surface.*

*Стаття надійшла до редакції 14.03.2017 р.*