

## УДК 515.2

**В.В. Спирінцев**, кандидат технічних наук,  
доцент кафедри програмного забезпечення  
комп'ютерних систем,  
Національний технічний університет  
«Дніпровська політехніка»,  
м. Дніпро, Україна

**П.М. Яблонський**, кандидат технічних наук,  
доцент, доцент кафедри нарисної геометрії,  
інженерної та комп'ютерної графіки,  
Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря  
Сікорського»,  
м. Київ, Україна

**А.П. Чаплінський**, старший викладач  
кафедри «Технічна механіка та комп'ютерні  
технології імені професора В.М. Найдиша»,  
Таврійський державний агротехнологічний  
університет імені Дмитра Моторного,  
м. Мелітополь, Україна

**О.Ю. Михайленко**, старший викладач  
кафедри «Технічна механіка та комп'ютерні  
технології імені професора В.М. Найдиша»,  
Таврійський державний агротехнологічний  
університет імені Дмитра Моторного,  
м. Мелітополь, Україна

### **МЕТОДИКА ПОБУДОВИ ЛІНІЇ ПЕРЕТИНУ ДВОХ ПОВЕРХОНЬ ОБЕРТАННЯ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ СИСТЕМИ AUTOCAD**

**Анотація.** Викладена методика побудови ліній перетину геометричних фігур за допомогою метода моделювання в системі автоматизованого проектування AutoCAD при виконанні лабораторних робіт з дисципліни «Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка».

**Ключові слова:** лінія перетину, метод моделювання, система AutoCAD, розгортка поверхні, заготовка корпусу, штамп, просторове уявлення.

**Abstract.** a method is described for constructing intersection lines of geometric shapes using the modeling method in AutoCAD's computer-aided design system when performing laboratory work in the discipline «Descriptive Geometry, Engineering, and Computer Graphics»

**Keywords:** intersection line, modeling method, AutoCAD system, surface scan, body blank, strain, spatial representation.

Необхідність побудови ліній перетину різноманітних геометричних фігур досить часто виникає в процесі розробки нових конструкцій для різноманітних галузей промисловості: загального та сільськогосподарського машинобудування, авіаційній, суднобудівельній, автомобільній промисловості, то що. Особисто гостро виникає ця проблема при розкрої листів заготовок для корпусів суден, автомобілів та літаків та штампів для їх виробництва.

Процес побудови ліній перетинану найчастіше пов'язаний з численними допоміжними графічними побудовами, кількість яких залежить від складності фігур, лінії перетину яких необхідно побудувати. Навіть досвідченому конструктору необхідно досить багато часу для виконання цих побудов традиційними методами, не кажучи вже про здобувачів вищої освіти, які тільки засвоюють навчальний матеріал.

З метою значного зменшення часу на виконання побудов ліній перетину та полегшення засвоєння матеріалу пропонуємо використовувати для цього метод моделювання, що реалізований в системі AutoCAD.

Метод моделювання полягає, як правило, у виконанні наступних етапів:

1. побудова тривимірних зображень різних геометричних фігур, починаючи з фігур найпростіших багатогранників і різних тіл обертання до фігур, поверхні яких описуються складними алгебраїчними чи нелінійними рівняннями;
2. розташування в просторі побудованих фігур відповідно до умов задачі;
3. «об'єднання» побудованих фігур або «вирізання» одних фігур з інших, у залежності від умови задачі;
4. створення видових екранів для одержання різних проекцій результату;
5. створення тривимірної моделі результату з різними формами відображення поверхонь.

Для виконання першого етапу моделювання в системі AutoCAD передбачені такі команди, як команди побудови стандартних геометричних фігур – призм (**Box, Wedge**), пірамід (**Pyramid**), конусів (**Cone**), циліндрів (**Cylinder**), сфер

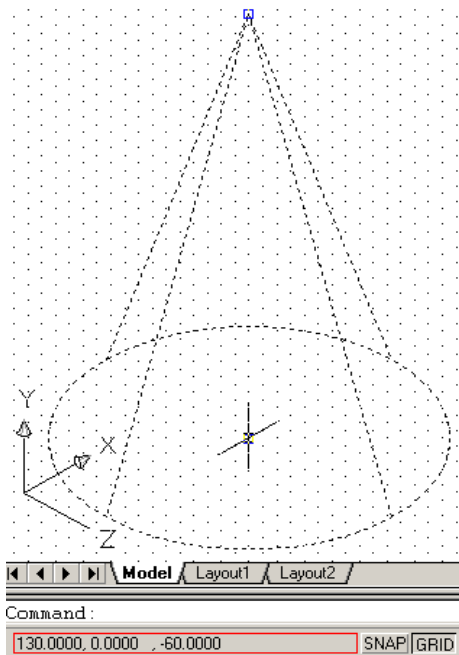


Рис.1.

(**Sphere**), тороїдальних поверхонь (**Torus**) та команди видавлювання (**Extrude**) і обертання (**Revolve**) поверхонь, що були побудовані користувачем.

Для виконання другого етапу моделювання в системі AutoCAD передбачені такі команди, як команди переміщення (**Move**) і обертання (**Rotate**).

На третьому етапі моделювання використовуються команди AutoCAD об'єднання (**Union**), вирахування (**Subtract**) і перетинання (**Intersect**).



Для одержання видових екранів використовуються команди AutoCAD з набору інструментів **View** (види): двовимірні види – зверху (**Top View**), знизу (**Bottom View**), ліворуч (**Left View**), праворуч (**Right View**), спереду (**Front View**) і ззаду (**Back View**), ізометричні (псевдо - тривимірні) види – південно-західний (**SW Isometric View**), південно-східний (**SE Isometric View**), північно-східний (**NE Isometric View**) і північно-західний (**NW Isometric View**).

Для зміни форми представлення поверхні на тривимірній моделі в системі AutoCAD передбачений набір інструментів **Shade** (тінь), у якій знаходяться такі команди, як **2D-** і **3D Wireframe** (каркасні моделі), **Hide** і **Hidden** (зі схованими невидимими лініями) і **Flat Shaded**, **Gouraud Shaded**, **Flat Shaded Edges On** і **Gouraud Shaded Edges On** (поверхні з різного виду тінями).

Як приклад наведемо послідовність побудов лінії перетинання конуса, основа якого розташована на горизонтальній площині, з циліндром, вісь обертання якого перетинає вісь обертання конуса в точці, що відстоїть від горизонтальної площини на 49.37 мм і нахилений до горизонтальної площини під кутом 20°. Для побудов обрані наступні параметри:

- ✓ висота конуса – 138.48 мм;
- ✓ діаметр основи конуса – 102.96 мм;
- ✓ висота циліндра – 184.38 мм;

- ✓ діаметр основи циліндра – 50 мм;
- ✓ кут нахилу осі обертання циліндра до площини  $\Pi_{\square}$  –  $20^{\circ}$ ;
- ✓ координати точки перетину осей обертання конуса і циліндра – (130, 60, 49.37).

На початку побудуємо конус. (рис. 1). Для цього скористаємося командою  **Cone** (конус). На перший запит діалогу цієї команди вводимо координати точки центру окружності основи конуса: **130, 60, 0** і натискаємо **Enter**. Координата **Z=0** центру кола основи, тому що основа лежить на горизонтальній площині проєкцій. На другий запит із клавіатури вводимо **51.48** (радіус окружності) і натискаємо **Enter**. На третій – вводимо **138.48** (висота конуса) і натискаємо **Enter**. Після завдання команди  - **SW Isometric View** (південно-західний ізометричний вид), розташованої в наборі інструментів **View**, одержуємо ізометричну проєкцію конуса. Звертаємо увагу на розташування осей! У відмінності від їхнього розташування, по теорії нарисної геометрії, у системі AutoCAD помінялися місцями осі **y** і **z** і координата **z** поміняла знак на протилежний. Цю обставину необхідна буде враховувати в подальших побудовах.

Залишаючись у виведеному на екран виді, виконаємо побудову циліндра (рис.2). На початку побудуємо циліндр, вісь обертання якого буде паралельна осі **x**. Для цього командою **Point**, не забувши встановити стиль точки у вигляді кола,

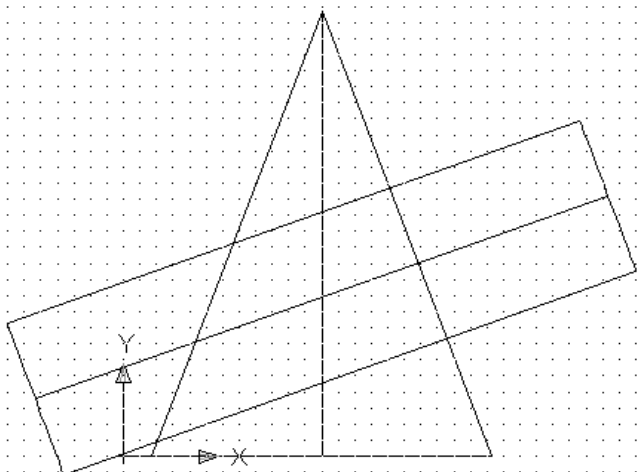


Рис. 3.

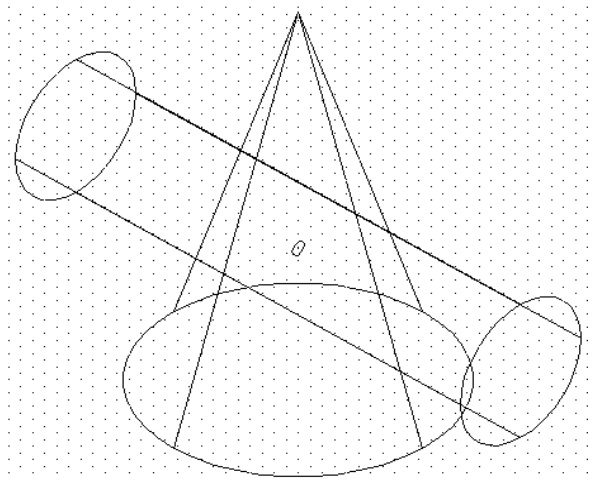



Рис. 2.

побудуємо точку перетинання осей обертання конуса і циліндра, задавши з клавіатури координати: **130, 49.37, -60** і натиснувши **Enter**. Далі командою **Cylinder** будемо циліндр,

увівши з клавіатури координати центру окружності основи: 130, 49.37, -152.19 (координата **Z** розрахована по формулі:  $Z = -(60 + H_C/2)$ , де **H<sub>C</sub>** – висота циліндра). У наступному запиті команди вводимо радіус окружності основи: **25** і натискаємо **Enter**. Для завершення виконання команди введемо з клавіатури висоту циліндра: **184.38** і натиснемо **Enter**.

Наступним кроком буде розворот циліндра навколо точки перетину осей обертання конуса і циліндра в площині, що перпендикулярна горизонтальній площини проєкцій і проходить через вісь обертання циліндра, до положення осі обертання циліндра, при якому вона складає з горизонтальною площиною проєкцій кут, рівний **20°** (рис. 3). Для цього, натисканням на команду  - **Right View** (вид праворуч), що розташована в наборі інструментів **View**, виводимо на екран вид праворуч. Далі, за допомогою команди **Rotate** обертаємо циліндр, указавши курсором з початку на проєкцію циліндра, далі із прив'язкою **Node** – на точку перетинання осей (точка оберту) і наприкінці з клавіатури – кут оберту – **20**, одержуємо необхідне положення циліндра.

Для отримання ліній перетинання цих поверхонь застосуємо команду **Union** (Об'єднати). Ця команда (натисканням кілька разів на кнопки мишки) виконує

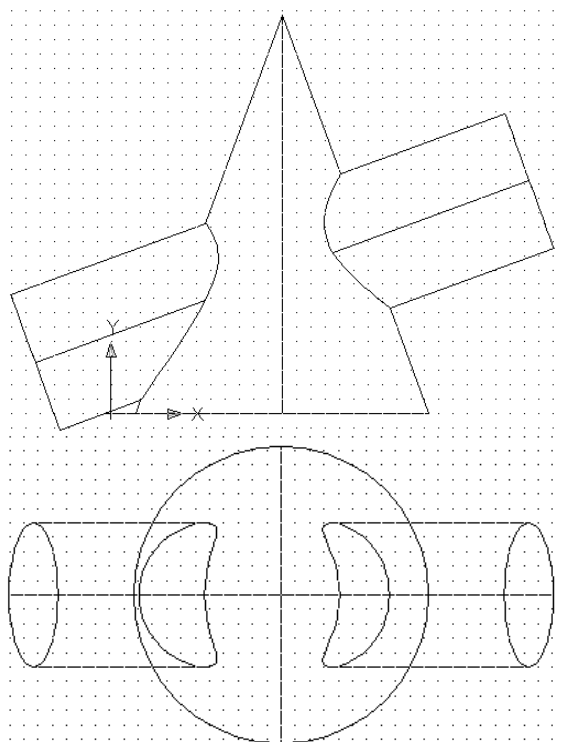


Рис. 4.

всі необхідні дії для одержання ліній перетинання і заміняє ту рутинну роботу, яку необхідно було б виконати при перебуванні цих ліній класичним методом нарисної геометрії за допомогою допоміжних сфер (рис. 4).

Одержавши таким чином лінії перетину, у даному випадку між циліндром і конусом, і розвернувши у просторі створенні побудови в положення, при якому лінії перетину проєктуються у натуральний вид, отримуємо їх зовнішній вид та розміри, необхідні для їх нанесення

на повній розгортці поверхні геометричних фігур, що перетинаються.

**Висновок.** Використання запропонованого в роботі методу моделювання при виконанні лабораторних робіт з дисципліни «Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка» дозволяє досить ефективно розвивати у здобувачів вищої освіти за освітнім рівнем «бакалавр» інженерних спеціальностей просторове уявлення, так необхідне для підготовки кваліфікованих інженерних кадрів.

### Список використаних джерел

1. Михайленко В.Є., Найдиш В.М., Підкоритов А.М., Скидан І.А. Інженерна та комп'ютерна графіка. Підручник для студентів ВНЗ. К.: Вища школа, 2001. 346 с.
2. Фролов С.А. Начертательная геометрия: учебник для втузов. 2-е издание, переработанное и дополненное. М.: Машиностроение, 1983. 240 с.
3. Юсупова М.Ф. Черчение в системе AutoCAD 2000. Учебное пособие. К.: Алерта, 2003. 330 с.