

УДК 004.925.8:378

## ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ЗНАНЬ СТУДЕНТІВ З ГРАФІЧНИХ ДИСЦИПЛІН

Баскова Г.В.,

[baskovagv31@gmail.com](mailto:baskovagv31@gmail.com), ORCID: 0000-0002-3385-8404

Міхлевська Н.В.,

[natavikmih@gmail.com](mailto:natavikmih@gmail.com), ORCID: 0000-0003-3579-2055

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

*У статті 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. В останній час можна спостерігати, як змінився інтерес студентів до геометричних методів розв'язку задач нарисної геометрії, вони не мають звичаю мислити геометричними образами, створювати логічні ланцюжки алгоритмів виконання побудов рішень задач. Але сучасному спеціалісту необхідно мислити просторовими геометричними образами, розробляти алгоритми розв'язку комплексних задач, розділяти складні задачі на низку більш простих, виконувати та читати кресленики. Виникає потреба стимулювати студентів при оволодінні основами курсів нарисної геометрії та технічного креслення і викладачу знайти шляхи зацікавлення студентів дисципліною. Одним із шляхів підвищення зацікавленості студентів у вивчанні графічних дисциплін є олімпіади, які щорічно проводяться в НТУУ «КПІ імені Ігоря Сікорського». Ще одним шляхом підвищення зацікавленості студентів у вивчанні графічних дисциплін, підвищення якості знань є організація і активна робота студентських гуртків з геометричного моделювання технічних об'єктів, комплексних задач з інженерної графіки. В гуртках студенти готуються для участі в олімпіаді з інженерної та комп'ютерної графіки і в науково-практичній конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Прикладна геометрія, інженерна графіка та об'єкти інтелектуальної власності», яка щорічно проводиться на КНГІКГ ФМФ НТУУ. В гуртках студенти вивчають деякі питання курсу, що не входять у загальну програму дисципліни та удосконалюють свої вміння розробляти алгоритми розв'язання геометричних просторових задач та навички до їх втілення на комплексному рисунку. Методика підготовки студентів включає важливе питання моделювання рішень геометричних задач різними способами, їх аналіз та вибір оптимального алгоритму побудов на комплексному рисунку.*

*Ключові слова: нарисна геометрія, інженерна графіка, геометричний об'єкт, епюрні задачі, моделювання, геометричні місця*

*точок, способи побудов, заміна площини проєкцій, олімпіада.*

**Постановка проблеми.** Сучасні студенти не отримують достатню шкільну геометричну підготовку. Курс інженерної графіки відноситься до фундаментальних дисциплін підготовки студентів. Розвиток комп'ютерних технологій вплинув на навчальні програми і, на жаль, програми графічних курсів нарисної геометрії та технічного креслення було скорочено.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Зацікавленість студентів новітніми комп'ютерними технологіями знизила їх активність у вивченні основ графічних дисциплін, а кількість запланованих годин на їх вивчення зменшилася. Одним із шляхів підвищення зацікавленості студентів та їх стимулюванні при оволодінні знаннями нарисної геометрії та технічного креслення – це участь у студентських олімпіадах з графічних дисциплін [2]. В НТУУ «КПІ імені Ігоря Сікорського» кожного року проводяться студентські олімпіади, які неодмінно цікаві для студентів, а щоб краще підготуватися до них створюються гуртки, проводяться консультації, на які запрошуються всі бажаючі. Студенти додатково практикуються в читанні умов задач, моделюванні просторових моделей їх розв'язання, особистому моделюванню графічних задач та складанням ланцюгів алгоритму практичних дій на комплексному рисунку.

**Формулювання цілей статті.** В умовах скорочення учбових навчальних програм курсу інженерної графіки необхідно корегувати навчання студентів, щоб зацікавити, стимулювати їх в оволодінні знаннями графічних дисциплін.

**Основна частина.** Курс інженерної графіки складається з двох частин: нарисна геометрія та технічне креслення. Нарисна геометрія формує цілий ряд навичок просторового мислення для практичної діяльності майбутнього фахівця, розвиває його просторове уявлення. На моделюванні елементарних геометричних об'єктів відбувається оволодіння методом проєкційних зображень, на якому базується технічне креслення. 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. Приклади розв'язування шкільних задач стереометрії способами нарисної геометрії сприяють ще більшій зацікавленості студентів у вивченні графічного курсу. Перетворення шкільних геометричних задач в епюрні задачі нарисної геометрії посилює розвиток просторового уявлення. 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.

Практика показала, коли студенти особисто складають епюрні задачі або переводять шкільні задачі стереометрії в епюрні задачі нарисної геометрії, вони більше працюють самостійно, мають більш глибокі знання і просторове мислення – це шляхи підвищення рівня підготовки студентів з графічних дисциплін в сучасних умовах. Іншим цікавим шляхом підвищення якості підготовки студентів є моделювання розв'язування задачі різними способами нарисної геометрії та порівняння їх. Цей шлях для підвищення рівня знань у студентів часто використовують викладачі інших фундаментальних дисциплін, а саме, знайти два-три вирішення запропонованої задачі з математики, фізики, теоретичної механіки тощо. Для спрощення розв'язування позиційних та метричних задач, коли геометричний образ займає загальне положення відносно площин проекцій, часто потрібні додаткові проекції, що відображають образ в окремих положеннях, для чого здійснюють перетворення комплексного рисунка. Таке перетворення можна здійснити різними способами: способом заміни площини проекцій, способом плоско-паралельного переміщення тощо. Учасники олімпіад з графічних дисциплін запропоновані завдання розв'язують без використання перетворень, з використанням їх, а іноді комплексно. Розв'язування задачі декількома способами розвиває аналітичну складову просторового мислення, що дуже важливо для творчої діяльності інженера. Наведемо приклад, коли 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.

*Задача.* Побудувати проекції прямої, яка проходить через точку  $A$  та нахилена під кутом  $30^\circ$  до площини проекцій  $\Pi_1$  та під кутом  $45^\circ$  до площини проекцій  $\Pi_2$ .

*Перший спосіб.* Шукана пряма є прямою загального положення. Кут нахилу її до площини проекцій  $\Pi_1 - 30^\circ$  можна побудувати за правилом прямокутного трикутника на натуральній величині довільного відрізка прямої (гіпотенуза), яка проходить через точку  $A$  або окремо на комплексному рисунку [1,3]. Аналогічно на цьому відрізку можна побудувати і кут нахилу до площини проекцій  $\Pi_2 - 45^\circ$ . Катети побудованих трикутників визначають величину проекції відрізка прямої на відповідну площину проекцій та різницю відстаней (недостатніх координат) кінців відрізка до цієї площини.

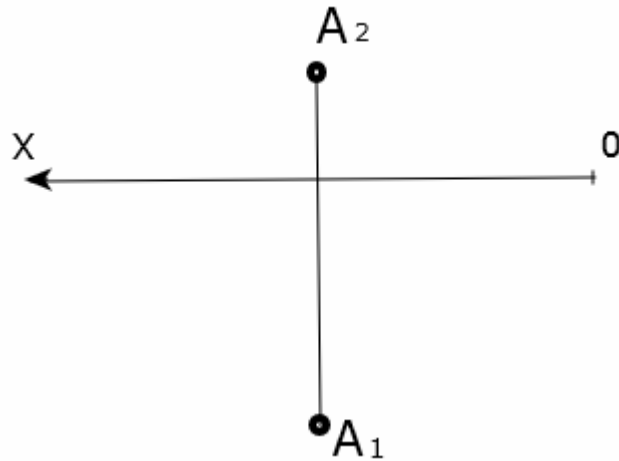


Рис.1. Графічна умова задачі

На рис. 2 показана просторова модель визначення кутів нахилу відрізка прямої загального положення  $AB$  до площини проєкцій  $\Pi_1 - \alpha^\circ$  та площини проєкцій  $\Pi_2 - \beta^\circ$  за правилом прямокутного трикутника.

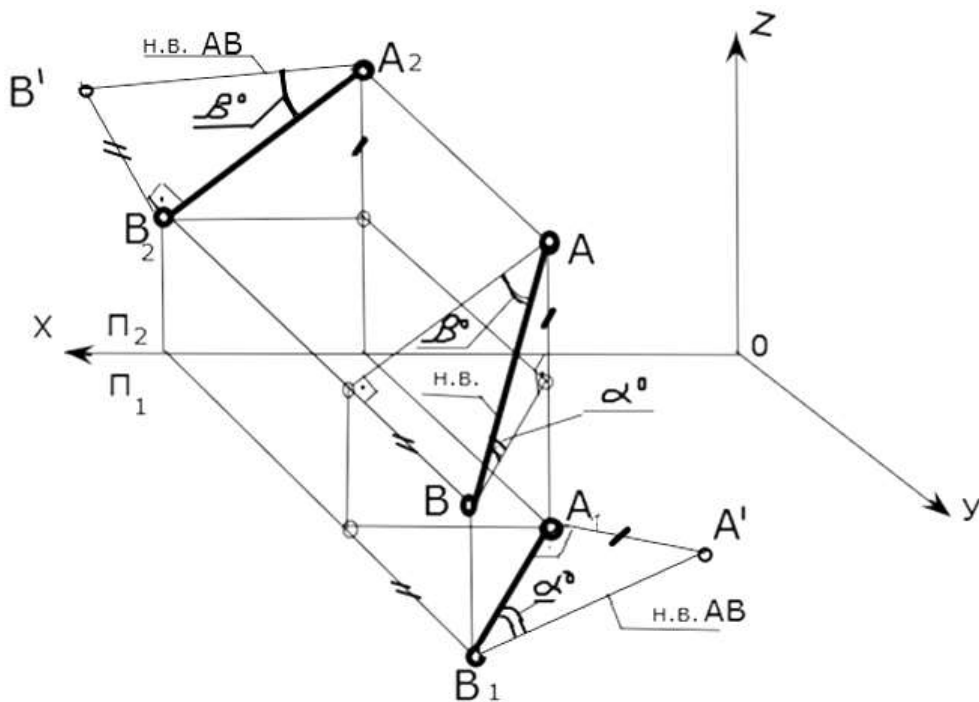


Рис.2. Просторова модель визначення натуральної величини відрізка прямої за правилом прямокутного трикутника (рішення задачі першим способом)

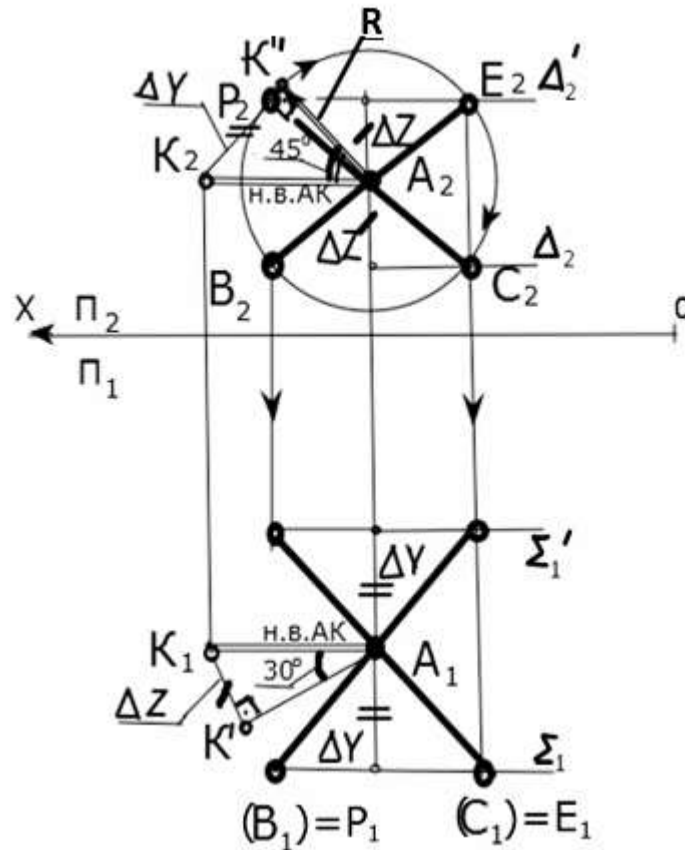


Рис. 3 Рішення задачі першим способом на комплексному рисунку

*Алгоритм рішення задачі:*

1. Через точку  $A$  (рис.1) проводимо пряму окремого положення  $AK$  довільної довжини  $A \in AK$ ,  $AK \parallel \Pi_1$ ,  $AK \parallel \Pi_2$ . Тобто проєкції  $A_1K_1$ ,  $A_2K_2$  – натуральні величини прямої  $AK$ .

2. На проєкціях (гіпотенузи) будемо прямокутні трикутники з кутом  $\alpha^\circ = 30^\circ$  на горизонтальній площині проєкцій та кутом  $\beta^\circ = 45^\circ$  - на фронтальній площині проєкцій. Величинам проєкцій шуканої прямої відповідають величини катетів  $A_1K'$  - горизонтальна проєкція та  $A_2K''$  - фронтальна проєкція. Різниця координат кінців відрізка шуканої прямої відповідає величина другого катета  $K_1K' = \Delta Z$ ,  $K_2K'' = \Delta Y$ .

3. На відстані  $\Delta Z$  та відстані  $\Delta Y$  від точки  $A$  проводимо відповідні сліди площини  $\Delta_2, \Delta_2' \parallel \Pi_1$  і  $\Sigma_1, \Sigma_1' \parallel \Pi_2$ . Проєкції другої точки шуканої прямої лежать на слідах заданих площин на відстані знайденої величини фронтальної (горизонтальної) її проєкції. Тобто задача має чотири розв'язки.

4. Шукані фронтальні проєкції точок знаходяться на перетині дуги радіусом  $A_2K''$  зі слідами  $\Delta$  та  $\Delta'$

$$B, C = m \cap \Delta, m(A, R) [R = |A_2K''|];$$

$$P, E = m \cap \Delta', m(A, R) [R = |A_2K''|].$$

5. Горизонтальні проєкції точок шуканих прямих визначаються за

проекційним зв'язком на сліду площини  $\Sigma$  (рис.3).

На рис. 3 показано варіант побудови рішення задачі за визначеною величиною фронтальної проекції шуканої прямої  $A_2K''$ , другий варіант побудови – за величиною її горизонтальної проекції  $AK'$  показано на рис.4.

Прямокутні трикутники можна розглядати, як допоміжні побудови і виконати їх окремо на комплексному рисунку – це зменшує кількість ліній побудов на основному зображенні задачі. На рис. 4 показано такий варіант, а саме, величина катета  $AK'$  визначає величину горизонтальної проекції шуканих прямих  $AB, AC, AE, AP$ . Горизонтальні проекції точок  $B, C, E, P$  знаходяться на перетині дуги радіусом  $AK'$  зі слідами  $\Sigma_1, \Sigma_1'$ . Катет  $KK''$  визначає відстань фронтальних площин  $\Sigma, \Sigma'$  від точки  $A$ . Фронтальні проекції точок шуканих прямих визначаються за проекційним зв'язком на сліду площини  $\Delta_2$ . Катет  $KK'$  визначає відстань горизонтальних площин  $\Delta, \Delta'$  від точки  $A$ .

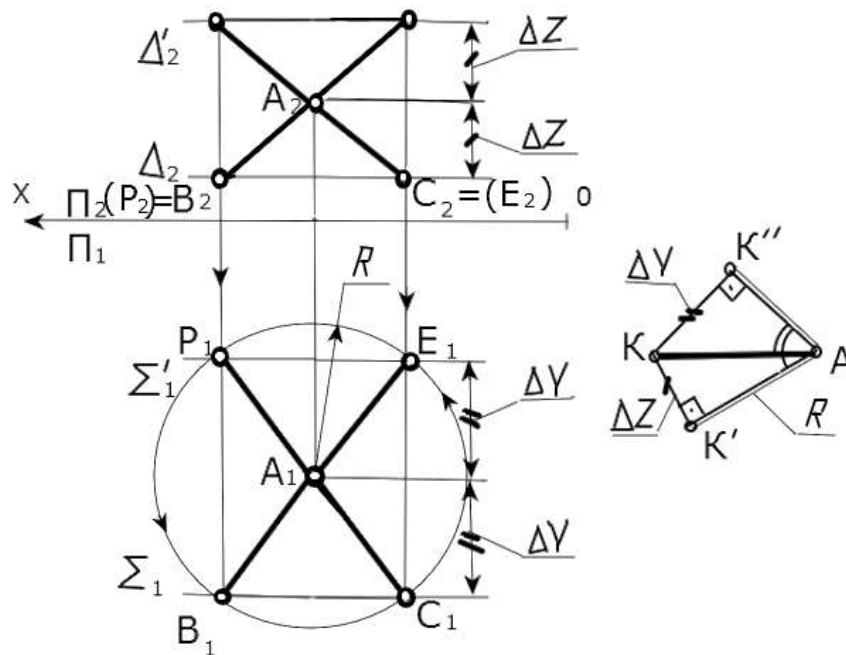


Рис. 4. Рішення задачі на комплексному рисунку першим способом (за другим варіантом)

*Другий спосіб.* На рис.5а показано просторову модель розв'язання задачі. Геометричним місцем прямих (*г. м. п.*), що проходять через точку  $A$  і нахилені під кутом  $\alpha = 30^\circ$  до площини проєкцій  $\Pi_1$ , є твірні прямого кругового конуса  $\Phi$  з вершиною в т.  $A$  і віссю  $i$ , перпендикулярною до  $\Pi_1$ . *Г. м. п.*, що проходять через т.  $A$  і нахилені до  $\Pi_2$  під кутом  $\beta = 45^\circ$ , є твірні прямого кругового конуса  $\Psi$  з вершиною в т.  $A$  і віссю  $i'$ , перпендикулярною до  $\Pi_2$ . Шукана пряма є загальною твірною двох конусів – лінією перетину двох поверхонь  $\Phi$  та  $\Psi$ . Загальних твірних може бути

чотири, якщо  $\alpha + \beta < 90^\circ$ , дві, якщо  $\alpha + \beta = 90^\circ$ , і ні жодної, якщо  $\alpha + \beta > 90^\circ$ .

Алгоритм розв'язання задачі:

1.  $\Phi(A, i \perp \Pi_1) [l_j \wedge \Pi_1 = 30^\circ]$ ;
2.  $\Psi(A, i' \perp \Pi_2) [l_j' \wedge \Pi_2 = 45^\circ]$ ;
3.  $a, b, c, d = \Phi \cap \Psi$ .

На рис. 5б показано розв'язання задачі на комплексному рисунку другим способом:

- побудовані проекції конусів  $\Phi$  та  $\Psi$  з твірними однакової довжини  $l_j = l_j'$  (довжина довільна);
- основи конусів перетинаються в т. 1, 2, 3, 4;
- шукані прямі  $a, b, c, d$  проходять через спільні точки  $A$  та 1, 2, 3, 4.

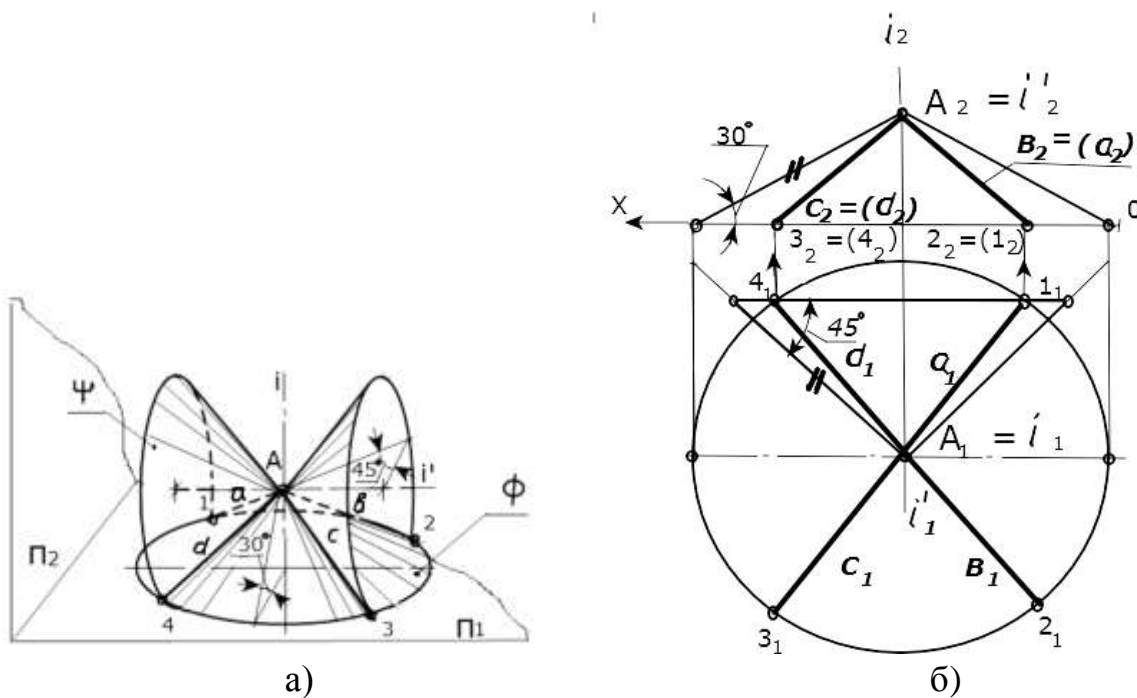


Рис. 5 Рішення задачі другим способом

*Третій спосіб.* На рис. 6 показано розв'язання задачі способом побудови лінії перетину поверхонь обертання за допомогою сферичних посередників [1,3].

Цей спосіб базується на тому, що сфера з центром на осі поверхні обертання (конуса) перетинає таку поверхню по колах. Осі поверхонь, для знаходження лінії перетину яких використовують цей спосіб, мають перетинатися та задавати площину, паралельну до площини проєкцій. Наведена задача відповідає цим вимогам. На рис. 6а показано просторову модель рішення задачі третім способом.

Алгоритм розв'язання задачі:

1.  $\Phi(A, i \perp \Pi_1) [l_j \wedge \Pi_1 = 30^\circ]$ ;
2.  $\Psi(A, i' \perp \Pi_2) [l_j' \wedge \Pi_2 = 45^\circ]$ ;

3.  $\Theta(A, R)$ ,  $R$  – радіус сфери;
4.  $n = \Theta \cap \Phi$ ;
5.  $m = \Theta \cap \Psi$ ;
6.  $K, K' = n \cap m$ ;
7.  $a = A \cup K'$ ,  $d = A \cup K$ .

Шукані прямі  $a, d$  проходять через спільні точки  $A$  та  $K, K'$ . Точки  $K$  і  $K'$  визначені як точки перетину двох кіл-перерізів  $n$  та  $m$  сфери-посередника  $\Theta$  відповідно з кожною із заданих поверхонь  $\Phi$  і  $\Psi$ . Сфера-посередник з центром в т.  $A$  задана довільного радіусу  $R$ . Аналогічно визначаються прямі  $b, c$  (рис. 6б).

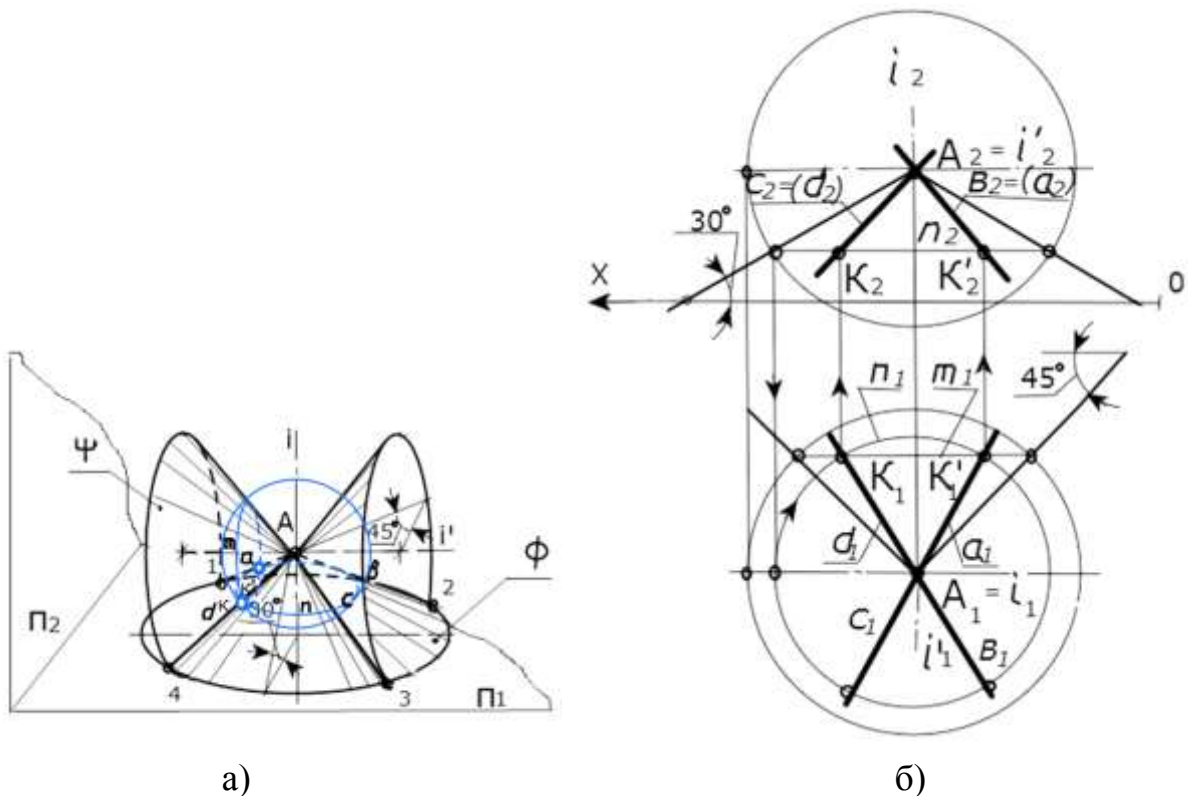


Рис. 6 Рішення задачі третім способом

На прикладі наведеної задачі показано як залежить від об'єму отриманої інформації з курсу нарисної геометрії кількість способів її розв'язання та варіанти побудов для кожного способу. На студентських олімпіадах з нарисної геометрії, які щорічно проводяться в НТУУ «КПІ імені Ігоря Сікорського», багато разів призерами становилися студенти механіко-машинобудівного інституту. Аналіз їх підготовки показує, що однією із складових самостійної роботи студентів є виконання епюрного завдання, де студент розв'язує задачу декількома способами, а саме, без використання способів перетворення площин проекцій і за допомогою одного з них, що дозволяє вільно оволодіти знаннями та практичними навичками.



**Висновки.** 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.

### **Література**

1. Ванін В.В., Перевертун В.В., Надкернична Т.М., Власюк Г.Г. Інженерна графіка. К: Видавнича група ВНУ, 2009. 399 с.
2. Білицька Н.В., Коваль Г.М., Александрова Д.С. Один із шляхів підвищення зацікавленості студентів при вивченні курсу нарисної геометрії. Матеріали VII-ї Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Прикладна геометрія, дизайн, об'єкти інтелектуальної власності та інноваційна діяльність студентів та молодих вчених». Випуск 7. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. С. 156-160.
3. Колосова О.П., Баскова Г.В., Лазарчук М.В. «Навчальні завдання з нарисної геометрії, інженерної та комп'ютерної графіки для програмованого навчання». Навчальний посібник. Електронне мережне навчальне видання. К.: «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2022. 94 с. Режим доступу: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/48991>

## **WAYS OF IMPROVING THE QUALITY OF KNOWLEDGE OF STUDENTS IN GRAPHICS DISCIPLINES**

Halyna Baskova, Natali Mikhlevska

*The article presents some results of long-term observations of students' training from the course of sketch geometry and engineering graphics and ways to increase students' interest in acquiring knowledge of graphic training. Lately, one can observe how students' interest in geometric methods of solving problems of sketch geometry has decreased; they do not have the habit of thinking in geometric images, creating logical chains of algorithms for constructing solutions to problems. But a modern specialist needs to think in spatial geometric images, develop algorithms for solving complex problems, divide complex problems into several simpler ones, and execute and read blueprints. There is a need to stimulate students while mastering the basics of graphic geometry and technical drawing courses and for the teacher to find ways to interest students in the discipline. One way to increase students' interest in studying graphic disciplines is the Olympiads, which are held annually at the Ihor Sikorsky National Technical University of Ukraine. Another way to increase students' interest in the study of graphic disciplines to improve the*

*quality of knowledge is through student circles' organisation and active work on geometric modelling of technical objects and complex problems in engineering graphics. In the groups, students prepare to participate in the Olympiad in engineering and computer graphics and the scientific and practical conference of students, postgraduates and young scientists, "Applied geometry, engineering graphics and objects of intellectual property", which is held annually at the KNGIKG FMF NTUU. In groups, students study some course questions that are not included in the general program of the discipline and improve their skills in developing algorithms for solving geometric spatial problems and skills for their implementation in a complex drawing. The method of training students includes the important issue of modelling solutions to geometric problems in various ways, their analysis and the selection of the optimal construction algorithm on a complex drawing.*

*Keywords: sketch geometry, engineering graphics, a geometric object, projection tasks, modelling, geometric locations of points, methods of construction, replacement of the projection plane, Olympiad.*

### **References**

1. Vanin V.V., Perevertun V.V., Nadkernychna T.M., Vlasyuk H.G. (2009) Engineering graphics. K: BHV Publishing Group [in Ukrainian].
2. Bilytska N.V., Koval H.M., Aleksandrova D.S. (2018) One of the ways to increase the interest of students in studying the course of sketch geometry. - / Materials of the 7th All-Ukrainian Scientific and practical conference of students, postgraduates and young scientists "Applied geometry, design, objects of intellectual property and innovative activity of students and young scientists". Issue 7. K., KPI named after Ihor Sikorsky, 156-160 [in Ukrainian].
3. Kolosova O.P., Baskova G.V., Lazarchuk M.V. (2022) Educational tasks in sketch geometry, engineering and computer graphics for programmed learning. Tutorial. , Electronic network educational publication. - K.: "KPI named after Ihor Sikorsky", 94. Retrieved from: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/48991> [in Ukrainian].