

УДК 514.18:004(075.8)

Валерій КРІВЦОВ,
кандидат технічних наук,
доцент кафедри теоретичної механіки,
інженерної графіки та машинознавства
Національного університету
водного господарства та природокористування

Світлана ФРАНЧУК,
асистент кафедри теоретичної механіки,
інженерної графіки та машинознавства
Національного університету
водного господарства та природокористування

ПРО ДОЦІЛЬНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ СПОСОБУ КОСОКУТНОГО ПРОЕКЦІЮВАННЯ ТА ДЕКІЛЬКОХ ВАРІАНТІВ РОЗВ'ЯЗКУ ОДНІЄЇ ЗАДАЧІ ПРИ ВИВЧЕННІ НАРИСНОЇ ГЕОМЕТРІЇ

У статті продемонстровано застосування декількох способів розв'язку однієї і тієї ж задачі з нарисної геометрії, що сприяє розвитку в студентів просторової уяви, логічного та нестандартного мислення, привчає їх до вибору оптимального варіанта вирішення поставленого завдання. Розглянуто переваги способу косокутного проєкціювання порівняно з традиційними прийомами розв'язування задач із нарисної геометрії.

Ключові слова: *нарисна геометрія, спосіб косокутного проєкціювання, просторова уява, нестандартне мислення.*

В статье продемонстрировано применение нескольких способов решения одной и той же задачи по начертательной геометрии, что способствует развитию у студентов пространственного воображения, логического и нестандартного мышления, приучает их к выбору оптимального варианта решения задачи. Рассмотрены преимущества способа косоугольного проектирования по сравнению с традиционными приемами решения задач по начертательной геометрии.

Ключевые слова: *начертательная геометрия, способ косоугольного проектирования, пространственное воображение, нестандартное мышление.*

The article shows that the application of several methods of task solution in descriptive geometry encourages students to develop their spatial imagination, logical and lateral thinking, teaches students to choose optimum solution to problem. It is considered the advantages of oblique angled projection method in comparison with traditional problem solution in descriptive geometry

Key words: *descriptive geometry, method of oblique-angled projection, spatial imagination, lateral thinking.*

Вступ. Протягом останніх років вимоги до спеціалістів технічного профілю кардинально змінилися. Країні потрібні інженери, що мають високу ерудицію, нестандартне мислення, здатні швидко приймати рішення й нести за нього відповідальність, мають розвинуту просторову уяву. Без креативного, оригінального мислення неможливо здійснити модернізацію економіки країни, зробити її конкурентоздатною на світових ринках.

Нарисна геометрія входить до числа дисциплін, що складають основу інженерної освіти. Положення нарисної геометрії знаходять широке застосування в науці і техніці. Як свідчить досвід, саме вивчення цієї дисципліни найбільше сприяє розвитку в студентів просторової уяви та навичок логічного мислення. Складність викладання нарисної геометрії обумовлюється, з одного боку, невеликою кількістю годин, відведених на її вивчення, а з іншого – зростаючими вимогами до компетенцій, якими повинні володіти студенти.

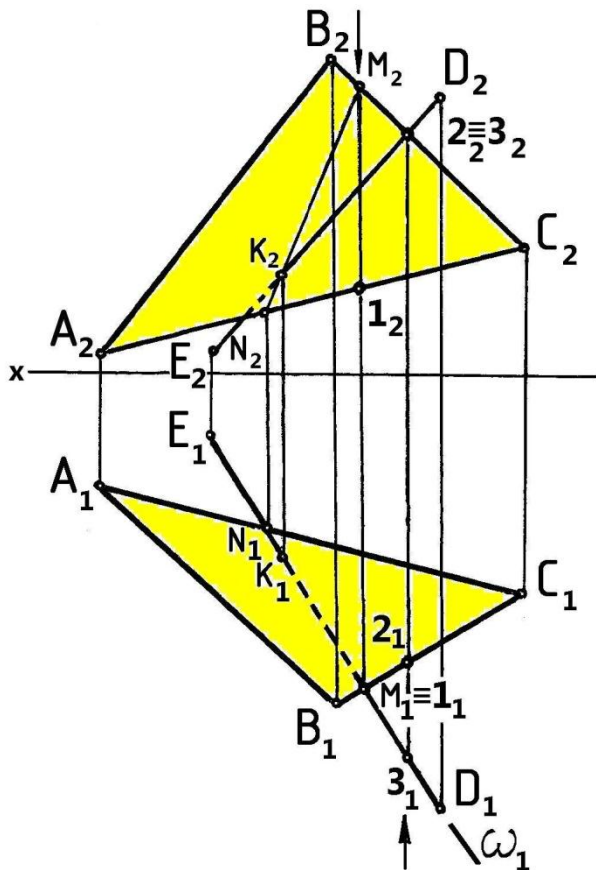
Постановка проблеми. Реалізація на практиці теоретичних положень нарисної геометрії відбувається під час розв'язування задач. На відміну від інших дисциплін, розв'язування задач із нарисної геометрії неможливе без елементарної просторової уяви, оскільки спочатку задачу розв'язують подумки з використанням фігур, що входять в умову задачі. Лише після уявного розв'язку та складання плану студенти виконують побудови безпосередньо на епюрі. Як свідчить досвід, нестандартне мислення та просторову уяву можна розвинути під час розв'язування оригінальних задач [1-3], проте це здебільшого вимагає від студентів додаткових знань, отримання яких є проблематичним через дефіцит аудиторних годин, відведених на вивчення нарисної геометрії.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. У сучасній навчальній літературі для розв'язування задач із нарисної геометрії застосовуються переважно способи ортогонального проєкціювання на основні та додаткові площини проєкцій. Проте більшість позиційних задач простіше розв'язувати за допомогою способу косокутного проєкціювання. Цей спосіб започатковано видатними вченими (С. М. Колотовим, М. Ф. Четверухіним, А. Т. Чалим та ін. [4-6]), але практично не висвітлено в сучасній навчальній літературі [7-12] та, на наш погляд, незаслужено забуто. Застосування під час розв'язування задач саме цього способу, оволодіння яким не є складним і ґрунтується на вивченому студентами матеріалі з ортогонального проєкціювання, сприяє розвитку просторової уяви та спонукає студентів до нешаблонного мислення.

Мета статті. На нашу думку, реалізувати поставлену мету – розвинути нестандартне мислення та просторову уяву – можна, запропонувавши студентам розв'язання однієї і тієї ж задачі різними способами з подальшим аналізом отриманих результатів. Такий підхід до розв'язування задач учить студента обирати найбільш оптимальний варіант вирішення поставленої проблеми, що потребує найменших затрат та забезпечує належний ефект. Щодо нарисної геометрії, то це означає, що найбільш раціональним є такий варіант розв'язку задачі, який містить найменшу кількість графічних побудов і дає найбільш точний результат.

Виклад основного матеріалу. Розглянемо на конкретних прикладах застосування різних варіантів розв'язування однієї і тієї ж задачі з використанням традиційних способів ортогонального проєкціювання та способу косокутного проєкціювання. Виконаємо порівняльний аналіз різних методів із погляду їхньої універсальності, наочності, простоти, кількості побудов, необхідності вільного місця на робочому полі та якості креслення.

Подамо розв'язок двох основних позиційних задач різними способами. На рис. 1-3 наведено три варіанти розв'язку першої основної задачі на



визначення точки **K** перетину прямої загального положення **DE** з площиною, що задана трикутником **ABC**. На рис. 1 точку **K** визначено за допомогою січної горизонтально-проєкціуючої площини ω , яку проведено через пряму **DE**, на рис. 2 – способом заміни площин проєкцій, а на рис. 3 – способом косокутного проєкціювання.

Рис. 1. Визначення точки перетину прямої з площиною за допомогою січної площини

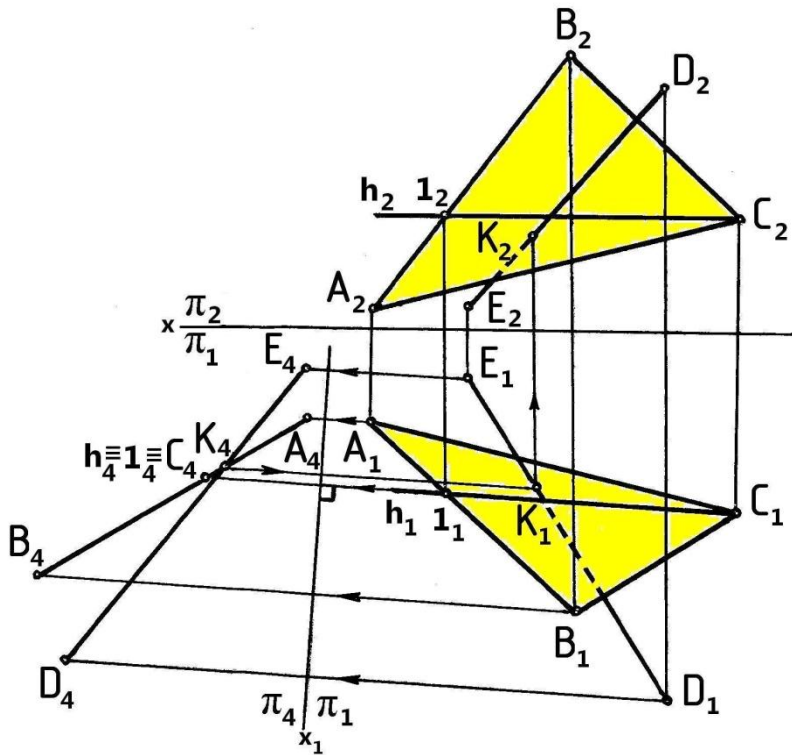


Рис. 2. Визначення точки перетину прямої з площиною за допомогою способу заміни площин проєкцій

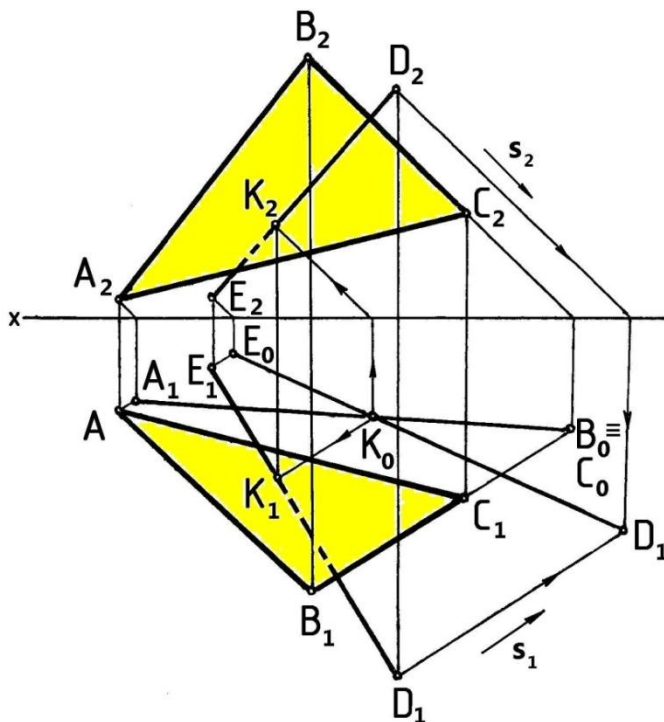


Рис. 3. Визначення точки перетину прямої з площиною за допомогою способу косокутного проєкціювання

Більш детально зупинимося на останньому способі, суть якого полягає в заміні ортогонального напрямку проєкціювання косокутним. При цьому косокутна проєкція виявляється схожою з проєкцією, отриманою при проєкціюючому положенні об'єкта, наприклад, із проєкціюючим положенням трикутника **ABC** на площині π_4 (рис. 2). Напрямок проєкціювання (позначається буквою s) обирають так, щоб отримати вироджену проєкцію об'єкта, коли пряма вироджується в точку, а площина – в пряму лінію. Вироджену проєкцію прямої можна отримати, вибравши напрям проєкціювання, який паралельний самій прямій, а вироджену проєкцію площини можна отримати, якщо напрям проєкціювання буде паралельний площині, тобто якійсь прямій цієї площини. Косокутне проєкціювання здійснюється на одну з площин проєкцій π_1, π_2 або на другу бісекторну площину, яка забезпечує отримання двох проєкцій точок простору на одній площині проєкцій. Отримані в результаті косокутного проєкціювання результати оберненим проєкціюванням переносять на задані проєкції об'єктів.

На рис. 3 задача розв'язана косокутним проєкціюванням на площину проєкцій π_1 . Напрямок проєкціювання s вибрано паралельно стороні **AB**

трикутника. Площина трикутника спроекційована в пряму $A_0C_0 \equiv B_0$, а пряма DE – в пряму D_0E_0 . Оберненим проєкціюванням отримано допоміжну проєкцію K_0 точки перетину, яку далі спроекційовано на горизонтальну та фронтальну проєкції.

Продемонструємо переваги косокутного проєкціювання порівняно з традиційними методами розв'язування задачі, наведеними на рис. 1, 2. Відомо, що простота розв'язування задач істотно залежить від розміщення фігур відносно площин проєкцій. Спростити розв'язування задачі можна, змінивши задане незручне зображення на більш зручне. У сучасних підручниках із нарисної геометрії описано два способи зміни зображення: введенням нових площин проєкцій відносно нерухомих об'єктів та розміщенням цих об'єктів, як правило, їх обертанням у зручне для розв'язування задачі положення відносно нерухомих площин проєкцій. Застосування косокутного проєкціювання дозволяє використовувати ще одну можливість змінити зображення завдяки вибору іншого напрямку проєкціювання. Це значно розширює апарат проєкціювання нарисної геометрії. Переваги цього способу полягають у простоті та відносно невеликій кількості побудов, необхідних для отримання потрібного результату, а також у наочності й універсальності цього способу. Якщо задачі, розв'язані на рис. 1 і 3, за кількістю побудов майже однакові, то за наочністю та простотою побудов задача, розв'язана на рис. 3 способом косокутного проєкціювання, має перевагу над тією ж задачею, що розв'язана на рис. 1 традиційним способом. Розв'язування задачі на рис. 1 виконується в декілька етапів, усвідомлення яких студентами можливе лише при ілюстрації цих етапів на наочному зображенні. Крім того визначення видимості прямої відносно трикутника на рис. 1 здійснюється за допомогою конкуруючих точок

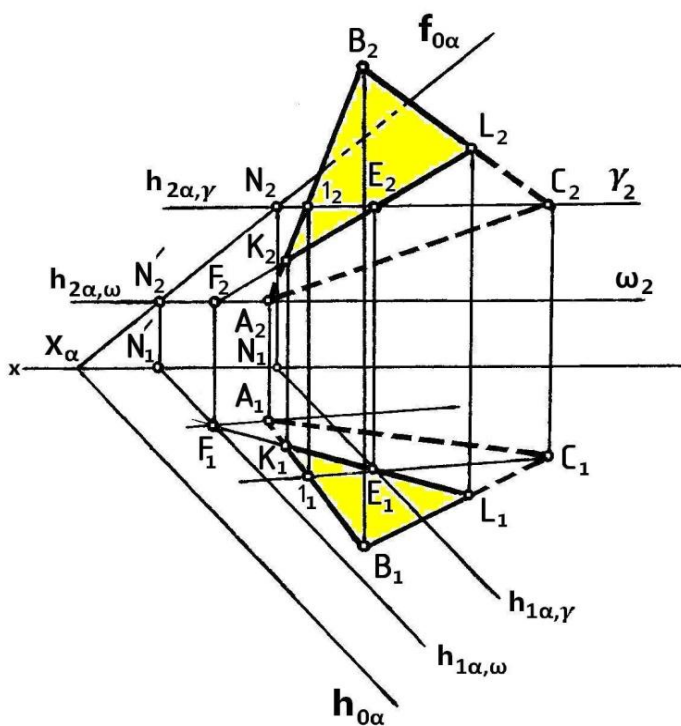


Рис. 4. Визначення лінії перетину двох площин за допомогою січних площин

$N, 1$ і $2, 3$. Проте на рис. 3 видимість можна визначити простіше – прямокутним проєкціюванням косокутних проєкцій трикутника та прямої на вісь x (для визначення видимості на фронтальній проєкції) і від осі x (для визначення видимості на горизонтальній площині проєкцій).

На рис. 2 для визначення точки K вводиться додаткова площина проєкцій π_4 . При цьому кількість побудов збільшується, а самі побудови займають більше місця на кресленні.

Спосіб, запропонований на рис. 1, неможливо застосувати без додаткових побудов, якщо пряма, що перетинає площину, буде паралельною до площини проєкцій π_3 . Проте спосіб косокутного проєкціювання можна

використовувати незалежно від розміщення прямої відносно площин проєкцій. Це свідчить про універсальність цього способу. Крім того спосіб косокутного проєкціювання завдяки вибору напрямку проєкціювання дозволяє розміщувати косокутні проєкції об'єктів у потрібному місці креслення.

На рис. 4-6 наведено три варіанти розв'язку другої основної задачі на визначення лінії перетину **KL**

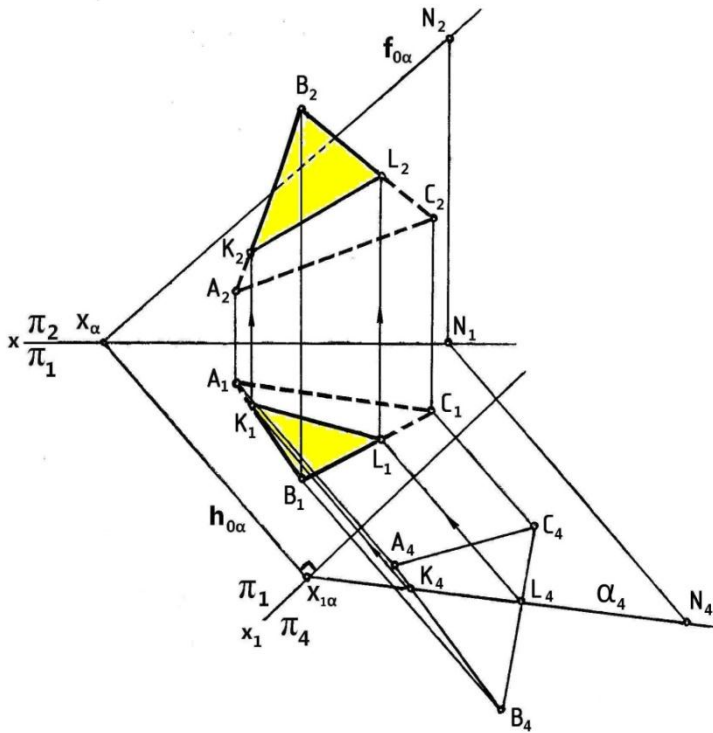


Рис. 5. Визначення лінії перетину двох площин за допомогою способу заміни площин проєкцій

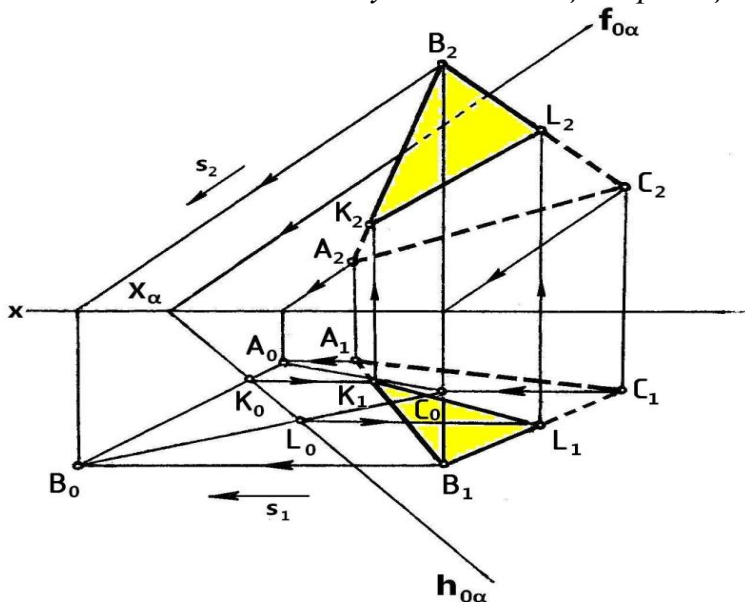


Рис. 6. Визначення лінії перетину двох площин за допомогою способу косокутного проєкціювання

який потрібний для розв'язування задачі.

плоскості α , що задана слідами, з площиною, що задана трикутником **ABC**. На рис. 4 точки **F** і **E**, через які проходить лінія перетину площин, визначено за допомогою двох січних горизонтальних площин рівня ω і γ , де **KL** – відрізок на лінії **FE**, по якому трикутник **ABC** перетинає площину α . На рис. 5 лінію перетину визначено за допомогою способу заміни площин проєкцій, а на рис. 6 – за допомогою способу косокутного проєкціювання. Переваги останнього способу є більш переконливими порівняно з рис. 3 насамперед завдяки простоті побудов, їх наочності та універсальності. Зупинимось ще раз на універсальності цього способу, яка полягає в тому, що можна легко трансформувати в проєкціююче положення не лише площину α , як це виконано на рис. 6, але й трикутник, змінивши напрям проєкціювання на паралельний будь-якій прямій площини трикутника. Крім того у випадку розміщення, наприклад, проєкції **A₁B₁** сторони трикутника (рис. 5) перпендикулярно до осі x_1 або паралельно до сліду $h_{0\alpha}$ визначення **K₁** можливе лише за умови виконання додаткових побудов. Проте при косокутному проєкціюванні розміщення проєкцій сторін трикутника, як і іншої фігури, відносно осей проєкцій або слідів площини не впливає на характер побудов, оскільки завжди можна знайти той напрям проєкціювання,

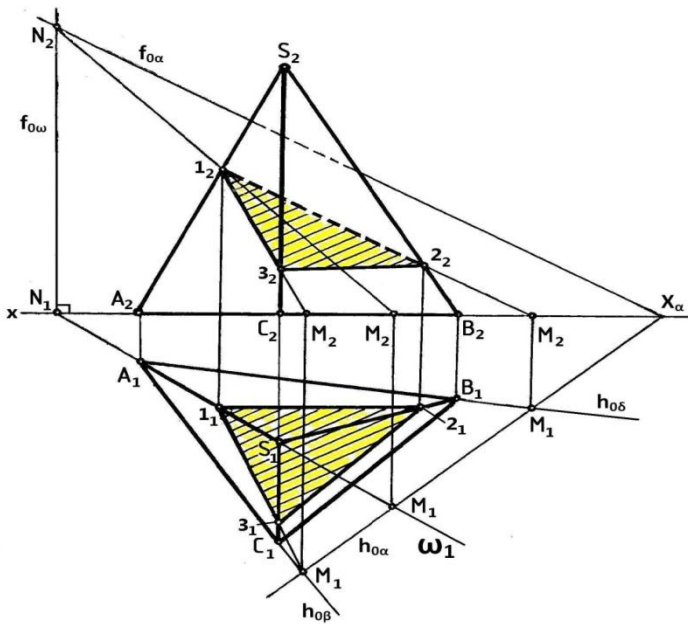


Рис. 7. Визначення лінії перетину поверхні піраміди з площиною за допомогою січних площин

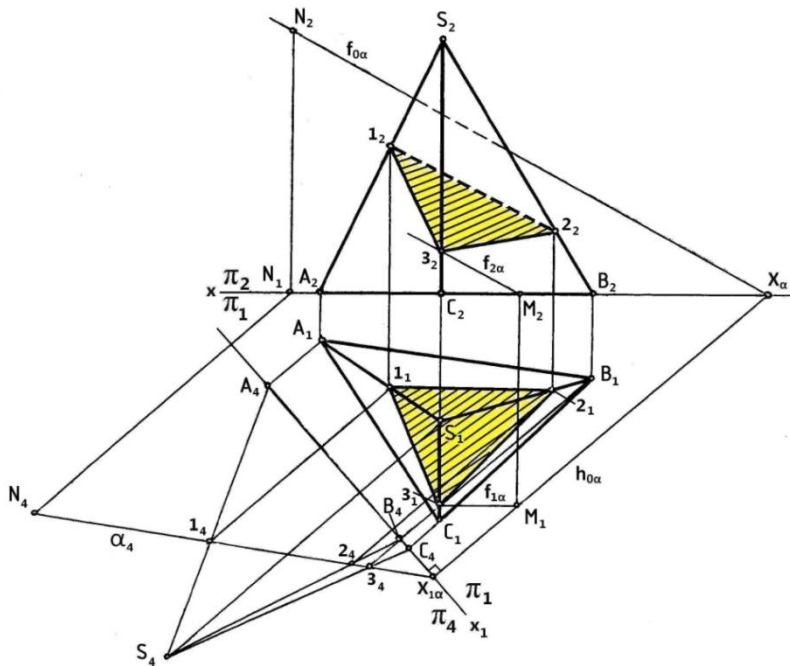


Рис. 8. Визначення лінії перетину поверхні піраміди з площиною за допомогою способу заміни площин проєкцій

Чим складнішими стають позиційні задачі, тим більш зручним є застосування способу косокутного проєкціювання для їх розв'язування, а його переваги над традиційними способами розв'язування задач стають все більш переконливими.

На рис. 7-9 розглянуто різні варіанти розв'язування задачі з визначення лінії перетину поверхні піраміди з площиною α , заданою слідами. На рис. 7 точки перетину ребер піраміди з площиною α визначено за допомогою трьох січних площин – β , ω і δ , які вибрані з багатьох можливих як такі, що полегшують розв'язок задачі з використанням мінімуму графічних побудов. Незважаючи на це, розв'язок задачі доволі громіздкий і вимагає від проєкції ребра SC перпендикулярного розміщення до осі x . На рис. 8 для розв'язування задачі використано спосіб заміни площин проєкцій. Його застосування є більш зручним порівняно з рис. 7, проте у випадку розміщення ребер піраміди паралельно до сліду $h_{0\alpha}$, тобто перпендикулярно до осі x_1 , розв'язування задачі значно ускладнюється.

Найбільш просто цю задачу розв'язано на рис. 9 саме способом косокутного проєкціювання, причому при застосуванні цього способу вдається уникнути неминучих труднощів, які виникають при використанні традиційних

способів і для подолання яких необхідно здійснити низку додаткових побудов.

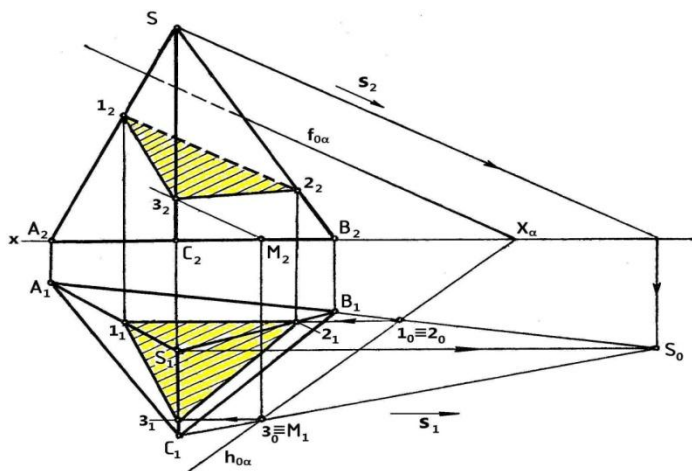


Рис. 9. Визначення лінії перетину поверхні піраміди з площиною за допомогою способу косокутного проєкціювання

Висновки. Коли перед очима студента є принаймні три варіанти розв'язку однієї і тієї ж задачі, він може проаналізувати виконані різними способами графічні побудови з погляду їхньої універсальності, наочності, простоти та кількості. Під час аналізу студент може не тільки виявляти переваги та недоліки різних способів, але й удосконалювати хід розв'язування, використовуючи більш оптимальні та оригінальні рішення, які, на перший погляд, здавалися б нездійсненними для визначеної задачі. Такий підхід до розв'язування задач із нарисної геометрії розвиває в студентів логічне, абстрактне та нестандартне мислення, просторову уяву, формує навички аналізу різних варіантів, запропонованих для розв'язку поставленої задачі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кривцов В. Застосування інтерактивних методів навчання під час вивчення нарисної геометрії / В. Кривцов, С. Деєв // Нова педагогічна думка. – 2012. – № 1. – С. 61-64.
2. Кривцов В. В. До питання розв'язування задач із нарисної геометрії / В. В. Кривцов, М. М. Козяр, М. С. Янцур // Оновлення змісту, форм та методів навчання і виховання в закладах освіти : збірник наукових праць. Наукові записки Рівненського державного гуманітарного університету. – 2000. – Вип. 11. – С. 73-75.
3. Кривцов В. В. Розв'язування нестандартних задач у курсі нарисної геометрії / В. В. Кривцов, С. С. Деєв // Вісник Національного університету водного господарства та природокористування : збірник наукових праць. – 2012. – Вип. 3 (59). – С. 221-229.
4. Четверухин Н. Ф. Курс начертательной геометрии / Н. Ф. Четверухин, В. С. Левицкий, З. И. Прянишникова и др. – М. : ГИТТЛ, 1956. – 435 с.
5. Колотов С. М. Вспомогательное проектирование / С. М. Колотов. – К. : ГИЛСА УССР, 1956. – 159 с.

6. Чалый А. Т. Начертательная геометрия / А. Т. Чалый. – К. = М. : Украинское отделение Машгиза, 1949. – 418 с.

7. Михайленко В. Є. Інженерна та комп'ютерна графіка : підручник / В. Є. Михайленко, В. В. Ванін, С. М. Ковальов. – К. : Каравела, 2010. – 360 с.

8. Ванін В. В. Інженерна графіка : навч. посібник / В. В. Ванін, В. В. Перевертун, Т. М. Надкернична, Г. Г. Власюк. – К. : ВНУ, 2009. – 400 с.

9. Михайленко В. Є. Збірник задач з інженерної графіки : навч. посібник / В. Є. Михайленко, В. М. Найдис, А. М. Підкоритов. – К. : Вища школа, 2003. – 159 с.

10. Кириченко А. Ф. Теоретичні основи інженерної графіки : підручник / А. Ф. Кириченко. – К. : ВД «Професіонал», 2004. – 496 с.

11. Хмеленко О. С. Нарисна геометрія : підручник / О. С. Хмеленко. – К. : Кондор, 2008. – 440 с.

12. Михайленко В. Є. Нарисна геометрія : підручник / В. Є. Михайленко, М. Ф. Євстіфеев, С. М. Ковальов, О. В. Кащенко. – К. : Вища школа, 2004. – 303 с.

Дата надходження до редакції: 28. 01. 2014 р.