УДК 004.925.8:378

ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ЗНАНЬ СТУДЕНТІВ З НАРИСНОЇ ГЕОМЕТРІЇ ШЛЯХОМ ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ КОСОКУТНОГО ПРОЕКЦІЮВАННЯ

Вірченко Г.А., д-р. техн. наук,
virchga@gmail.com, ORCID: 0000-0001-9586-4538
Волоха М. П., д-р. техн. наук,
volmp@i.ua, ORCID: 0000-0002-0112-7324
Баскова Г.В.,
baskovagv31@gmail.com, ORCID: 0000-0002-3385-8404
Лазарчук М.В.,
mlazarchuk@ukr.net, ORCID: 0000-0001-6192-6825
Міхлевська Н.В.,
natavikmih@gmail.com, ORCID: 0000-0003-3579-2055
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»(Україна, м. Київ)

В статті розглядається питання підвищення якості знань студентів і практичних навичок побудов з курсу інженерної графіки в умовах зменшення учбових годин (18 годин лекцій та 36 годин практичних занять) та дистанційного навчання. Наведено результати багаторічних спостережень за роботою студентів в аудиторії з викладачем і самостійно на протязі всього часу вивчання курсу. Виділені проблеми учбового процесу - це недостатня початкова графічна підготовки студентів, різний рівень особистого просторового мислення студентів, вивчання комп'ютерної графіки, що зменшило учбові години і скоротило навчальну програму курсу з інженерної графіки. Останнім часом йде інтенсивний пошук ефективної моделі організації навчання студентів графічним дисциплінам. Важливу роль для отримання знань на достатньому рівні майбутньому фахівцю грає оптимальна організація самостійної роботи студентів, її удосконалення. Отримати високий результат у розв'язанні цього питання можливо тільки при зацікавленості студентів у вивчанні курсу. Для підвищення зацікавленості студентів організовані студентські гуртки: «Геометричне моделювання комплексних задач з інженерної графіки», «Розв'язок комплексних задач інженерної графіки методами геометричного моделювання», «Геометричне моделювання технічних об'єктів», тощо. Студенти-члени гуртка отримують широкомасштабні консультації з усіх питань курсу, додаткові знання, закріплюють практичні навички побудов, приймають участь у студентських університетських олімпіадах з графічних дисциплін.

Зокрема, за програмою семінарів гуртка поглиблено вивчається

метод проекціювання, а саме - спосіб косокутного проекціювання, за допомогою якого студенти більш оптимально моделюють розв'язання багатьох комплексних задач, що показано в статті на окремих модулях алгоритмів задач.

Ключові слова: інженерна графіка, нарисна геометрія, метод проекцій, косокутне проекціювання, геометричний об'єкт, зображення, комплексні задачі, алгоритм, моделювання.

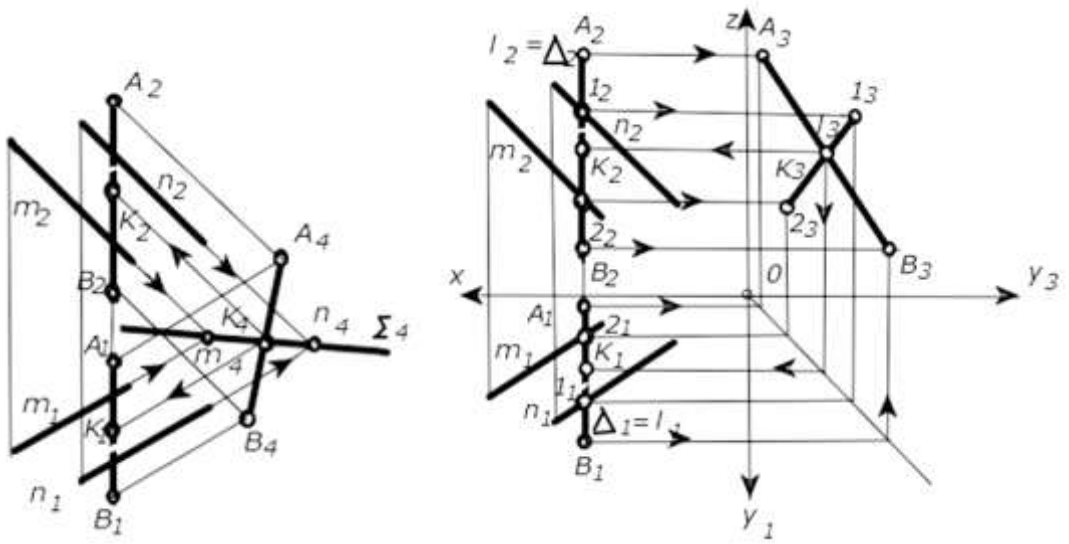
Постановка проблеми. В теперішній складний для держави час можна спостерігати зниження якості знань студентів з інженерної графіки у зв'язку з вимушеною скороченою навчальною програмою, що ускладнює вивчання курсу комп'ютерної графіки та навчання студентів в університеті загалом. Всупереч цьому підвищується роль поглибленого вивчення вмотивованими студентами різноманітних способів геометричного моделювання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. За сучасних умов інформаційно-комп'ютерних технологій помітно зменшився інтерес студентів до вивчання нарисної геометрії, технічного креслення – складових курсу інженерної графіки [1]. Скорочення об'єму курсу вплинуло на рівень графічної підготовки студентів. Багаторічний пошук шляхів підвищення якості знань студентів пропонує модель організації аудиторної та самостійної роботи студентів, яка покращує їх інтерес до розв'язання задач нарисної геометрії. Один з результатів цього пошуку є удосконалення методичного забезпечення, а саме навчального посібника (робочого зошита), з яким студенту зручно працювати на лекції, в аудиторії , а головне самостійно [2]. Інший результат – це активна участь студентів в гуртках, де вони отримують додатковий об'єм знань з нарисної геометрії, вивчають оптимальне складання просторових моделей та алгоритмів побудов задач на комплексному рисунку, значно посилюють свої практичні навички.

Формулювання цілей статті. Показати можливості способу косокутного проекціювання для підвищення якості знань студентів з інженерної графіки.

Основна частина. Правила отримання зображень в нарисній геометрії грунтуються на методі проекцій. Одним зі способів проекціювання є спосіб паралельного проекціювання, який поділяють на прямокутне та косокутне. Спосіб косокутного проекціювання використовують частіше при розв'язанні позиційних задач, для рішення одного чи декілька модулів загального алгоритму побудови задач [3]. Суть допоміжного проекціювання, як і інших способів перетворення комплексного рисунка, полягає у тому щоб геометричний об'єкт зайняв окреме положення, при якому пряма проекціюється в точку, а площина чи поверхня - в лінію. Ефективність цього способу, його зручність, залежать від оптимального вибору напряму проекціювання та площини допоміжних

проекцій. Напрям проекціювання, як правило, має загальне положення відносно площин проекцій, а площиною допоміжних проекцій може бути горизонтальна, фронтальна або площина бісекторна II та IV чвертей простору. Цей спосіб дозволяє підвищити рівень геометричного моделювання як метода наукових досліджень, адже якісне використання апарату нарисної геометрії для розв'язування прикладних задач у різних галузях техніки та розвиток комп'ютерної графіки на її основі в результаті дають можливість отримувати оптимальні геометричні моделі інженерних рішень. Розглянемо рис.1. та рис. 2.



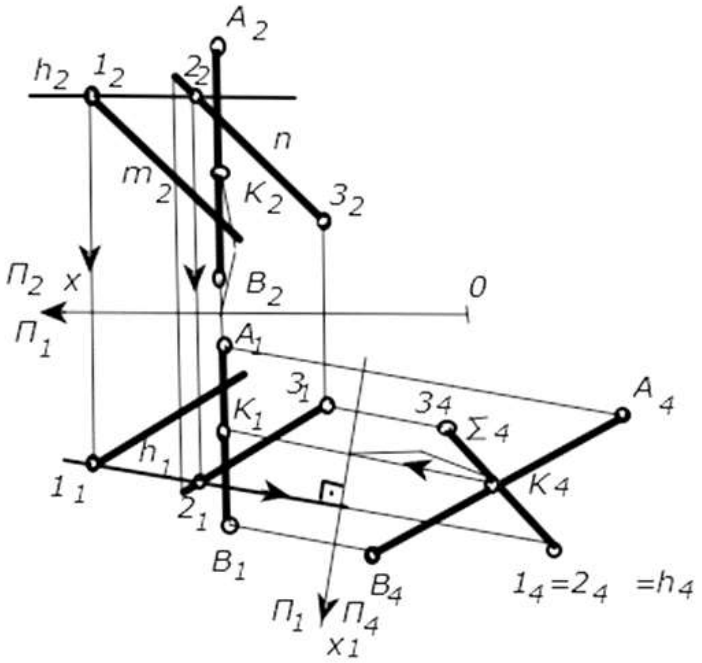
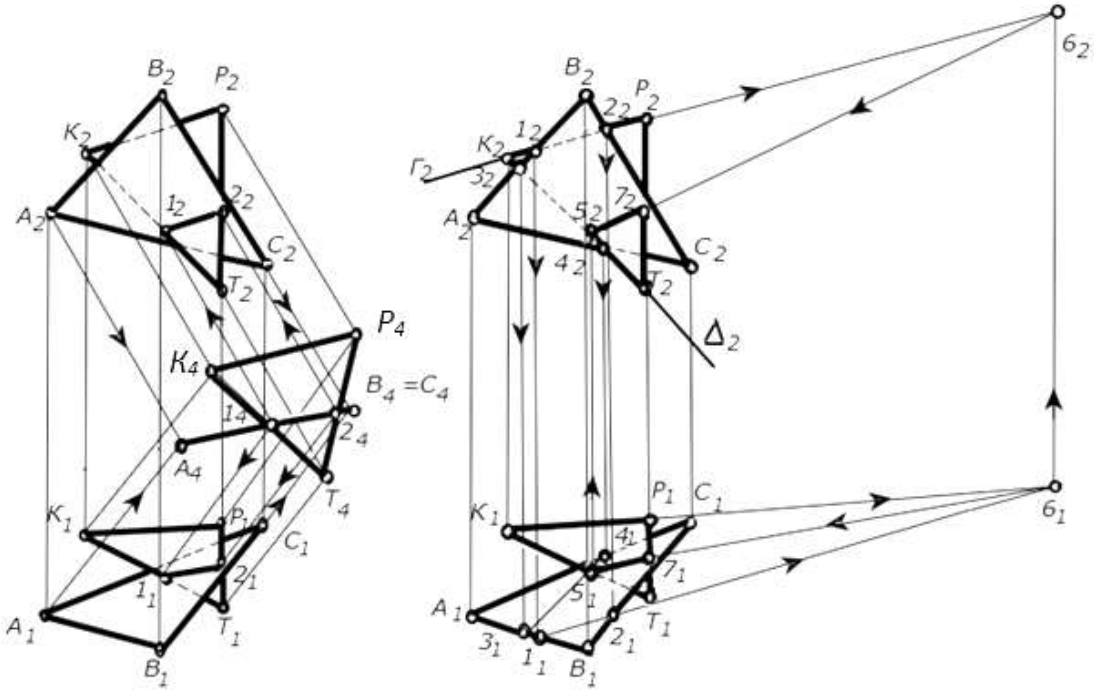
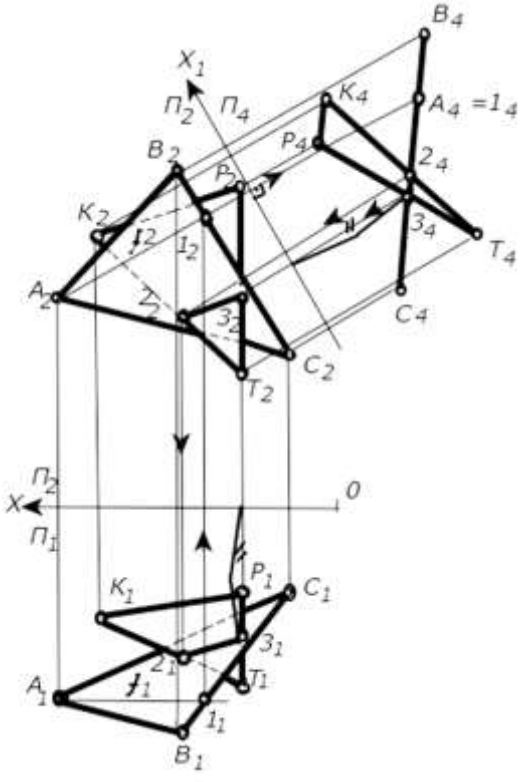


Рис. 1. Розв'язання задачі побудови точки перетину профільної прямої з площиною загального положення





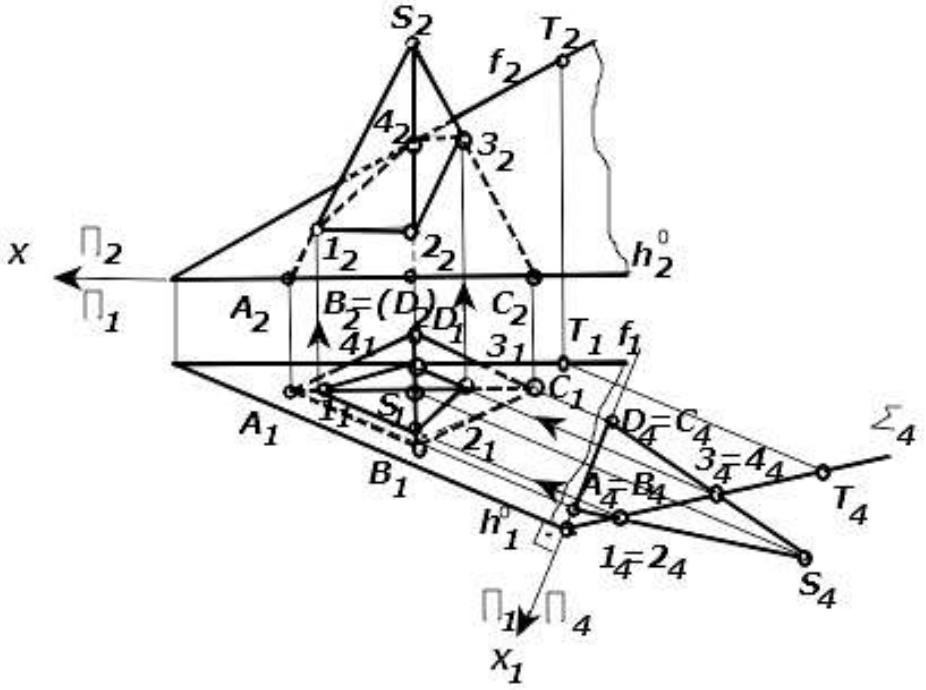
в)

Рис. 2. Розв’язання задачі побудови лінії перетину двох площин загального положення

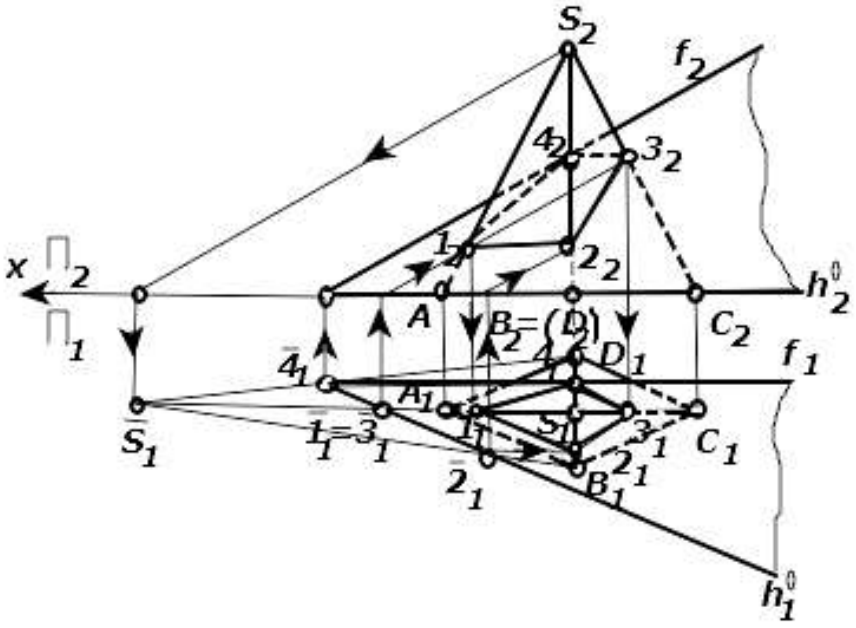
На рис.1 показано, як використання способу косокутного проекціювання значно спрощує задачу побудови точки перетину профільної прямої з площиною загального положення в порівнянні з іншими рішеннями. На рис.1, б) задача розв'язана з використанням профільної площини проекцій, на рис.1, в) – способом заміни площини проекцій з використанням модуля перетворення площини загального положення $\Sigma\,(m \parallel n)$ на проекціюючу Σ_4.

На рис.2 аналогічно показано використання способу косокутного проекціювання для задачі побудови лінії перетину двох площин $\Sigma(KPT)$ і $\Theta(ABC)$. На рис.2, б) наведено розв'язання задачі без перетворення комплексного рисунка. Задача розв'язана за допомогою двох допоміжних проекціюючих площин - посередників $\Gamma(\Gamma_2)$ і $\Delta(\Delta_2)$. Для спрощення побудови площина Γ проведена через сторону трикутника KP і площина Δ – через сторону трикутника KT. Лінія перетину заданих площин визначена за двома точками *5* і *7*. На рис. 2, в) наведено розв'язання задачі перетворенням комплексного рисунка альтернативним - способом заміни площин проекцій з використанням модуля перетворення площини загального положення $\Theta(ABC)$ на проекціюючу $\Theta_4(A_4B_4C_4)$.

На рис.3,а) показано побудову лінії перетину піраміди $SABCD$ площиною загального положення $\Sigma(h \cap f)$ традиційним способом перетворенням комплексного рисунку - способом заміни площини проекцій: $x\ \Pi_2 / \Pi_1 \rightarrow x_1\ \Pi_1 / \Pi_4,\ \Pi_4 \perp \Pi_1,\ \Pi_4 \perp h_1$. Задача наведена в робочих зошитах з інженерної графіки для програмованого навчання [3]. На рис. 3,б) показано рішення з меншою кількістю побудов. Тут використано косокутне допоміжне проекціювання площини Σ та піраміди у напрямі фронталі f заданої площини Σ на горизонтальну площину основи піраміди. При цьому площина зображується своїм горизонтальним слідом h_1, а вершина S_1 проекціюється в точку S_1, яку сполучаємо з точками основи B_1 та D_1 і визначаємо косокутну проекцію піраміди. У перетині ребр піраміди з проекцією площини h_1 матимемо допоміжні проекції точок перетину ребр піраміди з січною площиною. Зворотним проекціюванням у напрямі фронталі знаходимо точки 2_1 і 4_1, а потім - їх фронтальні проекції та точки 1_2 і 3_2, а потім - їх горизонтальні проекції. Побудовані точки визначають чотирикутник перерізу.



а)

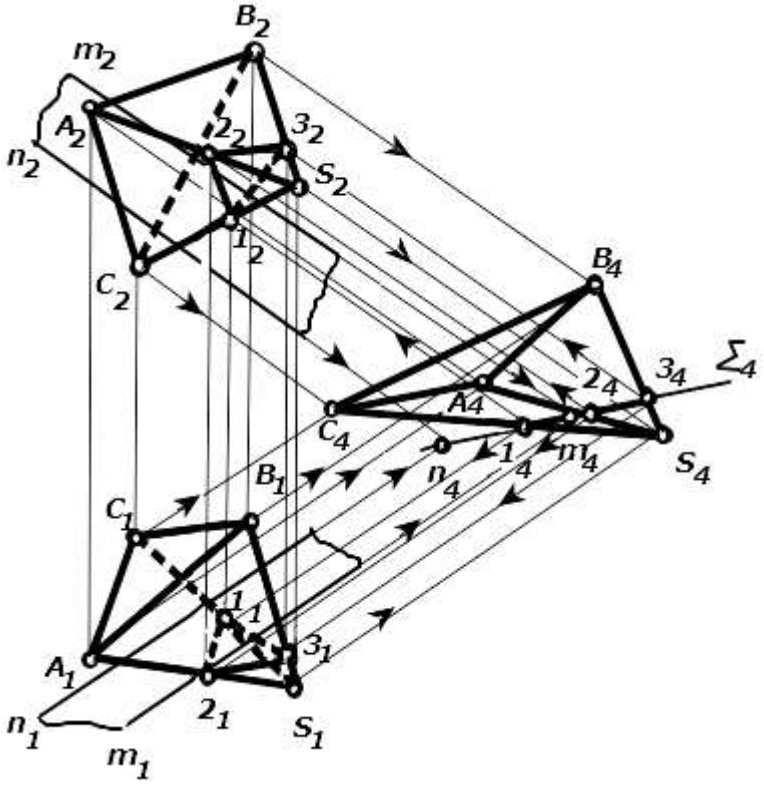


б)

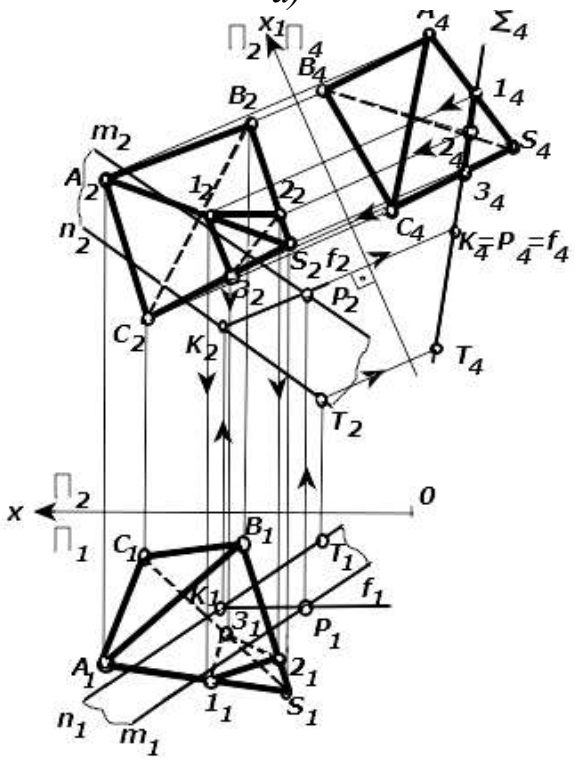
Рис. 3. Розв’язання задачі побудови лінії перетину поверхні площиною загального положення

На рис. 4,а) показано розв’язання задачі побудови лінії перетину площиною загального положення Σ, заданою двома паралельними прямими m і n, піраміди загального положення $SABC$. Для розв’язання задачі використано косокутне допоміжне проекціювання на площину відповідності (бісекторну площину II та IV чвертей простору), у напрямі прямих, що задають січну площину. Пряма m спроекціюється точкою m_4, а

пряма n – точкою n_4 . Точки визначають допоміжну косокутну проекцію площини. На площину відповідності в цьому напрямі проекціюються і вершини піраміди.



а)



б)

Рис. 4. Розв’язання задачі побудови лінії перетину піраміди загального положення площиною загального положення

Визначаємо, що площина перетинає поверхню по трикутнику $1_4 2_4 3_4$. Зворотними променями до перетину з відповідними ребрами піраміди визначаються основні проекції вершин трикутника перерізу. Проекції відповідних вершин трикутника перерізу лежатимуть на спільних вертикальних лініях зв'язку. На рис. 4,б) показано розв'язання задачі способом заміни площини проекцій: $x\ \Pi_1/\Pi_2 \rightarrow x_1\ \Pi_2/\Pi_4$, $\Pi_4 \perp \Pi_2$, $\Pi_4 \perp f_2$. Другий спосіб потребує додаткових побудов фронталі f площини Σ та площини Π_4.

На рис. 5 показано перетин конуса обертання площиною загального положення, заданою, для порівняння, аналогічно, як для задачі перетину піраміди площиною $\Sigma(h \cap f)$ (рис. 3). Тобто використано косокутне допоміжне проекціювання площини та конуса у напрямі фронталі площини на горизонтальну площину основи конуса. Площина зображується своїм горизонтальним слідом h_1, а вершина конуса $S1$ проекціюється в точку S_1. Дві дотичні з точки $S1$ до основи конуса визначають його косокутну проекцію. Якщо на цій проекції взяти достатню кількість твірних, то в перетині з h_1 визначаються допоміжні проекції точок перерізу поверхні, які повертаються у зворотному напрямі на відповідні твірні. На рис. 5 показано побудову лінії перетину поверхні з виділенням восьми твірних і відповідно визначенням восьми точок, за якими побудовано проекції еліпса.

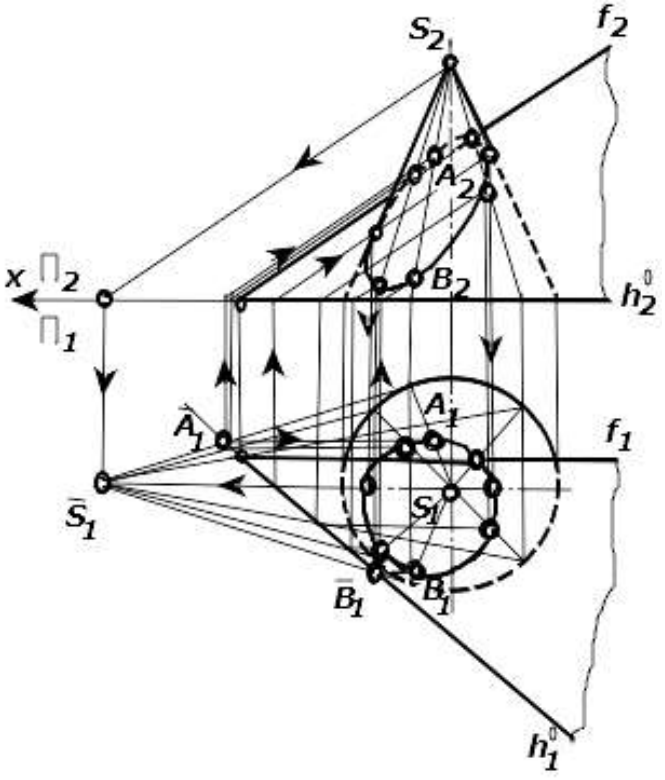


Рис. 5. Розв'язання задачі побудови лінії перетину конуса площиною загального положення

На цьому прикладі можна побачити, що при перетині кривих поверхонь площиною загального положення доцільно користуватися косокутним допоміжним проекціюванням, крім способу допоміжних січних площин. Також можна спостерігати аналогію побудов лінії перетину конуса і піраміди площиною загального положення.

Доцільно скористуватися допоміжним косокутним проекціюванням для визначення лінії взаємного перетину поверхонь загального положення як граних, так і кривих. На жаль, цей ефективний спосіб для розв'язання задач можна розглянути тільки в гуртках або самостійно.

Вивчання наведеного способу проекціювання у окремих груп студентів [4] підвищує інтерес до вивчання курсу, розуміння його задач.

Висновки. Поглиблене вивчання метода проекціювання дозволяє оптимально з достатньою точністю розв'язувати геометричні задачі, а також на якісному рівні отримати знання з технічного креслення. Використання способу допоміжного косокутного проекціювання на практиці сприяє розвитку просторового мислення.

Література

1.Ванін В.В., Перевертун В.В., Надкернична Т.М., Власюк Г.Г. Інженерна графіка. Київ: Видавнича група BHV, 2009. 399 с.

2.Колосова О.П., Баскова Г.В., Лазарчук М.В. Навчальні завдання з нарисної геометрії, інженерної та комп'ютерної графіки для програмованого навчання: навчальний посібник. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського. 2022. 94 с. Режим доступу: https://ela.kpi.ua/handle/123456789/48991

3.Пилипчук А.С., Баскова Г.В. До питання вивчення способів перетворення комплексного рисунка. *Прикладна геометрія, дизайн, об'єкти інтелектуальної власності та інноваційна діяльність студентів та молодих вчених:* збірник доповідей XII-ї Міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. Випуск 12. С. 34-39. Режим доступу: https://geometry.kpi.ua/files/%D0%97%D0%B1%D1%96%D1%80%D0%BD%D0%B8%D0%BA_12%20_2023.pdf

4 Перепечай С.І., Баскова Г.В., Колосова О.П. Пошук ефективних моделей організації самостійної роботи студентів з курсу інженерної графіки в умовах дистанційного навчання. *Прикладна геометрія, дизайн, об'єкти інтелектуальної власності та інноваційна діяльність студентів та молодих вчених:* Збірник доповідей XII-ї Міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. Випуск12. С. 27-33. Режим доступу: https://geometry.kpi.ua/files/%D0%97%D0%B1%D1%96%D1%80%D0%BD%D0%B8%D0%BA_12%20_2023.pdf

IMPROVING THE QUALITY OF STUDENTS' KNOWLEDGE OF GRAPHIC GEOMETRY BY USING THE OBSCENE PROJECTION METHOD

Gennadii Virchenko, Mykola Volokha, Galina Baskova, Margarita Lazarchuk, Natali Mikhlevska

The article deals with the issue of improving the quality of students' knowledge and practical skills in engineering graphics in the context of reduced class hours (18 hours of lectures and 36 hours of practical classes) and distance learning. The results of long-term observations of students' work in the classroom with the teacher and independently during the course are presented. The problems of the educational process are highlighted: insufficient initial graphic training of students, different levels of personal spatial thinking of students, study of computer graphics, which reduced the teaching hours and shortened the curriculum of the course of engineering graphics. Recently there has been an intensive search for an effective model of organization of students' education in graphic disciplines. The optimal organization of independent work of students and its improvement play an important role in the acquisition of knowledge at a sufficient level for a future specialist. It is possible to achieve high results in solving this problem only if students are interested in studying. In order to increase the students' interest, student clubs are organized: "Geometric Modeling of Complex Problems in Engineering Graphics", "Solving Complex Problems in Engineering Graphics by Methods of Geometric Modeling", "Geometric Modeling of Technical Objects", etc. Students - members of the club receive extensive consultations on all issues of study, acquire additional knowledge, consolidate practical skills in construction and participate in university competitions in graphic disciplines.

In particular, the seminar program of the club includes a detailed study of the projection method, namely, the method of oblique projection, with the help of which students can model the solution of many complex problems more optimally, as is shown in the article on individual modules of problem algorithms.

Keywords: engineering graphics, descriptive geometry, projection method, oblique projection, geometric object, image, complex problems, algorithm, modeling.

References

1. Vanin, V.V., Perevertun, V.V., Nadkernychna, T.M., & Vlasyuk, H.G. (2009). *Engineering graphics*. Kyiv: Vydavnycha hrupa [in Ukrainian].
2. Kolosova, O.P., Baskova, G.V., Lazarchuk, M.V. (2022). Educational tasks in descriptive geometry, engineering and computer graphics for programmed learning: a study guide Kyiv: KPI im. Ihoria Sikorskoho. Retrieved from*:*https://ela.kpi.ua/handle/123456789/48991[in Ukrainian].
3. Pilipchuk A.S., Baskova G.V. (2023). Before learning how to transform a complex pattern. *Prykladna heometriia, dyzain, obiekty intelektualnoi vlasnosti ta innovatsiina diialnist studentiv ta molodykh vchenykh:* zbirnyk dopovidei KhII-yi Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii studentiv, aspirantiv ta molodykh vchenykh. Kyiv: KPI im. Ihoria Sikorskoho. 12. Kyiv Retrieved from: https://geometry.kpi.ua/files/%D0%97%_D0%B1%D1%96%D1%80%D0%BD%D0%B8%D0%BA_12%20_2023.pdf [in Ukrainian].
4 Perepechay, S.I., Baskova, G.V., Kolosova, O.P. (2023). The search for effective models of organizing independent work of students from the course of engineering graphics in the minds of distance learning. *Prykladna heometriia, dyzain, obiekty intelektualnoi vlasnosti ta innovatsiina diialnist studentiv ta molodykh vchenykh*: Zbirnyk dopovidei KhII-yi Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii studentiv, aspirantiv ta molodykh vchenykh. Kyiv: KPI im. Ihoria Sikorskoho, 2023. Vypusk12. Retrieved from: https://geometry.kpi.ua/files/%D0%97%D0%B1%D1%_96%D1%80%D0%BD%D0%B8%D0%BA_12%20_2023.pdf [in Ukrainian].