

universities. The Medical and Ecological Problems. DOI: <https://doi.org/10.31718/mep.2024.28.1.08> [in English]

9. McGee, R. G., Wark, S., Mwangi, F., Drovandi, A., Alele, F., Malau-Aduli, B. S. (2024). ACHIEVE Collaboration. Digital learning of clinical skills and its impact on medical students' academic performance: a systematic review. BMC Medical Education. Vol. 24. No. 1. Article 1477. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12909-024-06471-2> [in English]

10. Mohd Salim, N. A., Azman, A., Sulaiman, P. S. et al. (2026). Development and validation of virtual patients for assessing history taking and communication skills among medical students. BMC Medical Education. Vol. 26. Article 264. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12909-025-08503-x> [in English]

11. Muthukumar, R., Thepwongsa, I., Sripa, P., Jindawong, B., Jenwitheesuk, K., Virasiri, S. P. (2025). Preclinical medical students' perspectives and experiences with structured web-based English for medical purposes courses: cross-sectional study. JMIR Medical Education. Vol. 11. Article e65779. DOI: <https://doi.org/10.2196/65779> [in English]

12. Saengsrichan, N., Thanakong, K., Wanlop Yoodee, W. (2024). Using a mobile application to enhance English communication skills of paramedic students in the English for Specific Purposes classroom. LEARN Journal: Language Education and Acquisition Research Network. Vol. 17. No. 1. P. 905–926. [in English]

13. Shumylo, M., Isayeva, O., Khmilyar, I., Huziy, I., Yaremko, H., Drachuk, M. (2022). Creativity as an essential aspect in medical education. Creativity Studies. Vol. 15. No. 1. P. 182–198. DOI: <https://doi.org/10.3846/cs.2022.13320> [in English]

14. Tang, Y. M. et al. (2022). A systematic review of immersive technology applications in medical practice and education: trends, application areas, recipients, teaching contents, evaluation methods, and performance. Educational Research Review. Vol. 35. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2021.100429> [in English]

15. Yurko, N. A., Protsenko, U. M., Kuzmenko, O. V. (2022). Medical English: The key digital learning tools. Grail of Science. No. 12–13. P. 471–475. DOI: <https://doi.org/10.36074/grail-of-science.29.04.2022.082> [in English]

16. Zolfaghari, Z., Karimian, Z., Zarifsanaiy, N. et al. (2025). Navigating challenges in medical English learning: leveraging technology and gamification for interactive education – a qualitative study. BMC Medical Education. Vol. 25. Article 1045. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12909-025-07511-1> [in English]

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

ІСАЄВА Оксана – доктор педагогічних наук, професор, професор Національного університету «Львівська політехніка», ДНТ «Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького».

Наукові інтереси: теорія і практика медичної освіти, гуманістично орієнтована професійна підготовка майбутніх лікарів, професійно орієнтоване іншомовне навчання студентів-медиків, цифровізація та цифрова трансформація освітнього процесу, реалізація компетентнісного підходу, використання кейс-методу та симуляційного навчання, дослідження медичного дискурсу і професійної медичної комунікації.

ШУМЦІЛО Мирослава – доктор філософії, доцент, доцент ДНТ «Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького».

Наукові інтереси: теорія і практика медичної освіти, гуманістично орієнтована професійна підготовка майбутніх лікарів, професійно орієнтоване іншомовне навчання студентів-медиків, цифровізація та цифрова трансформація освітнього процесу, реалізація компетентнісного підходу, використання кейс-методу та симуляційного навчання, дослідження медичного дискурсу і професійної медичної комунікації.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

ISAYEVA Oksana – Doctor of Pedagogy, Professor, Professor ScD (Education) Lviv Polytechnic National University NPC “Danylo Halatsky Lviv National Medical University”.

Scientific interests: theory and practice of medical education, humanistically oriented professional training of future physicians, professionally oriented foreign language training of medical students, digitalization and digital transformation of the educational process, implementation of the competency-based approach, use of the case-based method and simulation-based learning, research on medical discourse and professional healthcare communication.

SHUMYLO Myroslava – PhD in Education/Pedagogy, Associate Professor, Associate Professor NPC “Danylo Halatsky Lviv National Medical University”.

Scientific interests: theory and practice of medical education, humanistically oriented professional training of future physicians, professionally oriented foreign language training of medical students, digitalization and digital transformation of the educational process, implementation of the competency-based approach, use of the case-based method and simulation-based learning, research on medical discourse and professional healthcare communication.

Стаття надійшла до редакції 19.03.2026 р.

Стаття прийнята до друку 29.03.2026 р.

УДК 378.147:004.9:744.4(477)

DOI: 10.36550/2415-7988-2026-1-223-609-617

ISSN 2415–7988 (Print) ISSN 2521–1919 (Online)

АФТАНАЗІВ Іван –

доктор технічних наук, професор, професор кафедри технічної механіки та інженерної графіки Національного університету «Львівська політехніка»
ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3484-7966>
e-mail: ivan.aftanaziv@gmail.com

КОМАРОВ Сергій –

кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри технічної механіки та інженерної графіки Національного університету «Львівська політехніка»
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1247-1662>
e-mail: serhii.m.komarov@lpnu.ua

ШЕВЧУК Лілія –

доктор технічних наук, професор, професор кафедри технології органічних речовин

Національного університету «Львівська політехніка»

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6274-0256>

e-mail: Liliia.i.shevchuk@lpnu.ua

СТРОГАН Оряся –

кандидат технічних наук, доцент, доцент, доцент кафедри
технічної механіки та інженерної графіки

Національного університету «Львівська політехніка»

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1790-6736>

e-mail: orysia.i.strohan@lpnu.ua

ЗАСТОСУВАННЯ АНАЛІТИЧНО-ГРАФІЧНИХ МЕТОДІВ ДЛЯ РІШЕННЯ ЗАДАЧ НАРИСНОЇ ГЕОМЕТРІЇ

Стрімкі темпи розвитку науки та техніки на сучасному рубежі тисячоліть неминуче вимагають критичного перегляду методик провадження навчального процесу технічних напрямів підготовки студентів закладів вищої освіти. Особливо показовою у цьому контексті є початкова дисципліна «Нарисна геометрія», що є неодмінною складовою навчальних програм підготовки усіх без винятку студентів ЗВО технічного спрямування.

У статті здійснено порівняльний аналіз класичного методу побудови засобами нарисної геометрії завдань та задач із застосуванням площин-посередників із запропонованим аналітично-графічним їх рішенням. Метод аналітично-графічного рішення позиційних та метричних задач ґрунтується на використанні для їх розв'язків математичних рівнянь, що описують задані в умовах завдань та використовувани на етапах рішення елементи простору, зокрема площини та прямі лінії.

На ілюстраційному прикладі рішення типової задачі нарисної геометрії на побудову лінії перетину двох площин загального розташування продемонстровано переваги аналітично-графічного методу. Найвагомішою із цих переваг є можливість скорочення майже вдвічі витрат часу на проміжні допоміжні побудови лінії перетину заданих площин застосовуваними площинами-посередниками. На заміну цьому формують системи математичних рівнянь, рішення яких надає математичний опис шуканого об'єкту, наприклад, математичне рівняння прямої лінії перетину двох площин у тій чи іншій формі відображення.

Системи рівнянь площин проекції та знайденої лінії перетину надають можливість пошуку координат точок слідів цієї прямої лінії, за допомогою яких і будують на епюрі Монжа проекції цієї лінії як кінцевий результат рішення задачі.

Поряд із зменшенням трудозатрат на рішення задач аналітично-графічним методом певна перевага цього методу полягає ще і у демонстрації студентам можливостей використання математичного апарату для рішення позиційних та метричних задач з нарисної геометрії чим сприяє підвищенню рівня освітніх знань та вмінь студентів, нарощує їх «багаж» залишкових знань.

Ключові слова: нарисна геометрія, математика, об'єкти простору, площина, лінія, задача, математичні рівняння, розв'язок.

AFTANAZIV Ivan –

Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Technical Mechanics and Engineering Graphics National University "Lviv Polytechnic"

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3484-7966>

e-mail: ivan.aftanaziv@gmail.com

KOMAROV Serhii –

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of

Technical Mechanics and Engineering Graphics of the National University "Lviv Polytechnic"

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1247-1662>

e-mail: serhii.m.komarov@lpnu.ua

SHEVCHUK Liliia –

Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Technology of Organic Substances of the National University "Lviv polytechnic"

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6274-0256>

e-mail: Liliia.i.shevchuk@lpnu.ua

STROHAN Orysia –

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of

Technical Mechanics and Engineering Graphics National University "Lviv Polytechnic"

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1790-6736>

e-mail: orysia.i.strohan@lpnu.ua

APPLICATION OF ANALYTICAL-GRAPHICAL METHODS FOR SOLVING PROBLEMS OF DESCRIPTIVE GEOMETRY

The rapid pace of development of science and technology at the turn of the millennium inevitably requires a critical review of the methods of conducting the educational process in technical areas of training students in higher education institutions. Particularly indicative in this context is the elementary discipline "Descriptive Geometry", which is an indispensable component of the educational programs of all students of technical higher education institutions without exception.

A comparative analysis of the classical method of constructing problems using descriptive geometry and problems using intermediary planes with their proposed analytical-graphic solution has been carried out. The method of analytical-graphic solution of positional and metric problems is based on the use of mathematical equations for their solutions that describe the elements of space given in the conditions of the problems and used at the stages of the solution, in particular planes and straight lines. The advantages of the analytical-graphic method are demonstrated on an illustrative example of the solution of a typical descriptive geometry problem for constructing lines of intersection of two planes of general location. The most significant of these advantages is the possibility of almost halving the time spent on intermediate auxiliary constructions of lines of intersection of given planes by the intermediary planes used. Instead, systems of mathematical equations are formed, the solution of which provides a mathematical description of the sought-after object, for example, a mathematical equation of a straight line of intersection of two planes in one or another form of reflection. The systems of equations of the projection planes and the found line of intersection provide the opportunity to find the coordinates of the points of the traces of this straight line, with the help of which the projections of this line are built on the Monge diagram as the final result of solving the problem. Along with reducing the labor costs of solving problems by the analytical-graphic method, a certain advantage of this method also lies in demonstrating to students the possibilities of using the mathematical apparatus for solving positional and metric problems in descriptive geometry, which contributes to increasing the level of educational knowledge and skills of students, increasing their "baggage" of residual knowledge.

Key words: descriptive geometry, mathematics, space objects, plane, line, problem, mathematical equations, solution.

Постановка та обґрунтування актуальності проблеми. Стрімкі темпи розвитку науки та техніки на сучасному рубежі тисячоліть неминуче вимагають критичного перегляду методик провадження навчального процесу технічних напрямів підготовки студентів закладів вищої освіти (ЗВО). Особливо показовою у цьому контексті є початкова дисципліна «Нарисна геометрія», що є неодмінною складовою навчальних програм підготовки усіх без винятку студентів ЗВО технічного спрямування. Початкована ще на рубежі XVIII-XIX століть французьким математиком Гаспаром Монжем система трьохплощинних ортогональних координат, названа у подальшому «епюром Монжа», «вірою та правдою» служила у минулому, і незаперечно, ще довго слугуватиме у майбутньому універсальною мовою спілкування між собою усіх конструкторів та проєктантів Земної кулі. Певною мірою такою ж древньою та консервативною залишається і породжена фактично «епюром Монжа» навчальна дисципліна підготовки студентів механічних та будівельних спеціальностей «Нарисна геометрія», що є неодмінною складовою закладів вищої освіти технічного спрямування.

Вимоги повсякдення на використання у навчальному процесі різноманітних технічних засобів навчання неминуче привнесли у його провадження свої корективи, спрямовані на вдосконалення блоку графічних дисциплін. Переважно лекційні заняття неодмінно супроводжуються демонстрацією відеофільмів та навчальних відеороликів, на практичних заняттях у провідних закладах освіти графічні роботи самостійного виконання студентами здійснюються на екранах комп'ютерів тощо. Навіть осучаснена у цих закладах освіти назва цієї початкової дисципліни на «Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка». Проте основоположної її складової, якою є безпосередньо нарисна геометрія ці зміни не торкнулись. Незмінним залишається класичний блок тем та розділів лекційного курсу нарисної геометрії, ґрунтуючись на формуванні епюра Монжа, позиційних та метричних задачах тощо. І навіть при самостійному рішенні задач нарисної геометрії студентами із застосуванням обчислювальної техніки відмінність полягає хіба що в тому, що екран комп'ютера замінив формат креслярського паперу, а послідовність усіх етапів та побудов залишається незмінною.

У цьому явно відчувається консервативність в провадженні навчального процесу блоку графічних дисциплін, потреба у його вдосконаленні та корегуванні.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Впродовж 2024/2025 навчального року в Національному університеті «Львівська політехніка» (НУЛП) у якості експерименту в процесі вивчення студентами напрямку підготовки «Транспортні технології» Інституту механічної інженерії і транспорту (ІМІТ) дисципліни «Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка» було запроваджено практику самостійного виконання студентами навчальних графічних робіт виключно із використанням комп'ютерної техніки. Навчальною програмою тут передбачалось рішення двох задач із нарисної геометрії по тематиках «Аналіз прямої» та «Фігура в площині», викреслювання чотирьох графічних робіт із машинобудівного креслення із відображенням креслень деталей, постановкою їх розмірів та виконанням необхідних перерізів та розрізів, а також двох графічних робіт по тематичі 3D-моделювання на побудову аксонометричного зображення та робочих креслень моделі деталі складної просторової конфігурації із наскрізними отворами [1].

На жаль навчальним планом підготовки студентів даного напрямку в НУЛП передбачено вивчення цієї дисципліни лише впродовж одного першого, до того ж єдиного семестру. І хоч студентам щотижнево передбачалась одна лекційна аудиторна пара та одна пара лабораторних робіт, явно відчувається що одного семестру для вивчення ними теоретичних основ нарисної геометрії, набуття практичних навичок в машинобудівному кресленні та засвоєння особливостей графічних побудов в програмному середовищі AutoCAD недостатньо. До речі, це стосується і усіх інших напрямів підготовки студентів механічних спеціальностей даного ЗВО, котрі графічні роботи із цієї дисципліни виконували за аналогічним планом та програмою навчального процесу із так званим «ручним» виконанням побудов у графічних роботах самостійного виконання.

Проте проведений після семестрової сесії прискіпливий аналіз якості знань та вмінь студентів після завершення ними вивчення дисципліни «Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка» засвідчує, що середня успішність студентів, котрі виконували самостійні графічні побудови виключно із використанням комп'ютерної графіки, не те що не поступається, а на 20-25% вища порівняно із студентами інших напрямів підготовки ІМІТ, що виконували свої графічні роботи у «ручному» режимі побудов.

І саме тут прослідковується незаперечна перевага у організації навчального процесу студентів напрямку підготовки «Транспортні технології» в

НУЛП при вивченні ними навчальної дисципліни «Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка», порівняно із студентами інших напрямів підготовки – вони засвоїли і набули практичних навичок виконання графічних побудов на сучасному рівні виробничих умов та вимог. Саме сучасних виробничих умов, коли у проектно-конструкторських підрозділах підприємств уже доволі давно замість колись традиційних креслярських кульманів облаштована сучасна комп'ютерна техніка із відповідним програмним забезпеченням для здійснення графічних побудов. Проте, що у навчальному процесі, що у виробничих умовах, використання екрана комп'ютерного монітора як більш досконалого замітника креслярського кульмана – це все ще, так би мовити, «вчорашній день». Адже можливості сучасної обчислювальної техніки тут все ще не задіяні, не використовуються. А могли б бути використаними, особливо стосовно нарисної геометрії як дисципліни, спрямованої на розвиток у студентів просторової уяви!

Слід визнати, що слідуючи вимогам сьогодення переважаюча більшість викладачів ЗВО, методистів та науковців визнають незаперечні переваги надання студентам знань та вмінь застосуванням обчислювальної техніки до здійснення ними графічних побудов [2; 3; 4]. Проте, не виключено, що у силу власного консерватизму, все ж доволі відчутна частина досвідчених педагогів та методистів [5; 6; 7] схиляються до так званого поетапного почергового переходу провадження навчального процесу, а головне, до самостійного виконання графічних побудов студентами у так званому режимі «ручного виконання». Таку позицію вони аргументують доцільністю дотримання у процесі засвоєння студентами графічних дисциплін схеми:

- розвиток у студентів просторової уяви на теоретичних лекційних заняттях курсу [8; 9];
- надання студентам навиків здійснення нескладних графічних побудов в режимі «ручного виконання» на практичних заняттях [9; 10];
- надання студентам на лабораторних заняттях вмінь та навиків застосування обчислювальної техніки для виконання наближених до напряму підготовки креслень та графічних робіт із використанням 3D-моделювання [11; 12].

Незаперечно така схема провадження навчального процесу вивчення та засвоєння студентами основ графічних дисциплін могла б видаватися оптимальною. Та лише за умови наявності у їх навчальних програмах та планах необхідної для цього кількості годин та кредитів.

Як один із варіантів дослідники пропонують використання так званих «хмарних технологій» [2; 7; 11; 13] із різноманітним наповненням «хмарних» сховищ довідниковими даними, прикладами і завданнями на виконання графічних робіт тощо. Ефективно себе зарекомендувало і формування в YouTube навчальних відеороликів, що спрямовані на поетапне вивчення та набуття практичних навичок студентами в користуванні тим чи іншим програмним продуктом для здійснення графічних побудов [12; 13].

Враховуючи цю специфіку в обмеженості часу, відведеного студентам на засвоєння графічних дисциплін, а також наявність у більшості студентів та у лабораторіях ЗВО обчислювальної техніки доцільно було б вдосконалити в руслі зменшення

витрат індивідуального часу студентів і на рішення задач із нарисної геометрії. Тут мову ведеться не про зменшення їх кількості чи полегшення складності, а за можливість застосування для успішного рішення сучасних математичних програмних продуктів.

Тому, на наш погляд, і постала нагальна необхідність максимально вдосконалити і методично забезпечити навчальний процес вивчення студентами дисциплін графічного відображення об'єктів простору та рішення задач нарисної геометрії засобами обчислювальної техніки.

Метою даного методологічного дослідження є аналіз спроможності та доцільності залучення математичного апарату, а саме аналітичних залежностей стереометрії, до рішення позиційних і метричних завдань та задач із нарисної геометрії для зменшення кількості проміжних допоміжних графічних побудов та витрат часу на їх виконання.

Основними задачами даного дослідження були:

- розробка послідовності алгоритму рішення позиційних та метричних завдань і задач нарисної геометрії із застосуванням математичного апарату;
- створення алгоритму рішення позиційних задач нарисної геометрії аналітично-графічним методом;
- розробка рекомендацій щодо технічного та методологічного забезпечення навчального процесу засвоєння студентами аналітично-графічного методу рішення завдань та задач нарисної геометрії.

Виклад основного матеріалу дослідження. У спрощеному варіанті відображення суть аналітично-графічного методу рішення завдань та задач із нарисної геометрії відображається наступним алгоритмом розв'язку. На першому етапі на підставі аналізу умови визначають до якої групи (чи розділу) належить сформульоване умовою завдання. У загальному прийнятому сприйнятті усі задачі та завдання нарисної геометрії умовно поділяють на наступні чотири групи:

- позиційні задачі, що зводяться до відображення взаємного розташування елементів простору. Наприклад, побудови ліній чи площин, що проходять через задані точки чи прямі паралельно чи перпендикулярно до інших заданих прямих ліній чи площин. Сюди відносяться і задачі на побудову точок перетину між собою прямих ліній, ліній із заданими площинами, а також ліній перетину заданих площин між собою;
- метричні задачі, метою рішення яких є визначення віддалей між елементами простору. Наприклад, віддалі між двома точками, віддалі від точки до прямої лінії чи площини, віддалі між паралельними між собою прямими лініями, лінією і паралельною до неї площиною, паралельними між собою площинами тощо;
- логометричні задачі, що надають можливість визначити кути між елементами простору, наприклад, двома прямими лініями, прямою лінією та площиною, а також пересіченими площинами.

Окрему доволі розповсюджену групу становлять задачі на побудову взаємних перетинів між собою прямих ліній із гранними поверхнями та поверхнями обертання, а також цих поверхонь між собою. Та ці завдання правомірно вважаються задачами підвищеної складності, застосування для рішення

яких аналітично-графічних методик цілком можливе, проте ускладнене, і передбачає потребу в додаткових дослідженнях. До того ж, ці завдання на побудову ліній перетину між собою об'ємних поверхонь доволі легко, наглядно і успішно вирішуються наявним у графічних комп'ютерних програмах 3D – моделюванням і не потребують жодних вдосконалень.

На другому аналітичному етапі на заданих в умові завдання елементах простору обирають необхідну та мінімальну кількість так званих опорних реперних точок і, використовуючи їх координати, формують зручні для подальшого використання математичні залежності (рівняння), що відображають їх розташування у прийнятій системі координат. Для прямих ліній це можуть бути рівняння прямої, що проходить через дві точки із відомими координатами чи у випадку задання рівняння прямої лінії у векторній формі – координати одної точки цієї прямої лінії із відомим напрямом (вектором) її розташування.

Для площини найсприятливішим видається формування її рівняння у вигляді $A \cdot x + B \cdot y + C \cdot z + D = 0$, яке після нескладних перетворень можна отримати, відобразивши його через відомі координати трьох раніше обраних точок цієї площини.

На третьому завершальному етапі з математичних рівнянь заданих в умові елементів простору (прямих ліній чи площин) формують спільну систему цих рівнянь, рішенням якої і отримують шукані координати точки перетину або рівняння прямої лінії – у випадку пошуку лінії перетину площин між собою. Для побудови цієї лінії перетину площин на епюрі Монжа необхідні координати двох будь-яких її точок. Для їх пошуку додатково формують систему двох вже відомих рівнянь, одним із яких є рівняння цієї прямої лінії, а іншим – рівняння площини проєкції запровадженої системи координат. По визначених з цих систем рівнянь координатах точок перетину знайденої прямої лінії із площинами проєкцій і будують проєкції ліній перетину на епюрі Монжа.

У випадку потреби визначення кута між заданими пересіченими площинами можна перевести режим графічного відображення комп'ютера в режим 3D – моделювання і перепроєктувати побудовану лінію перетину площин у проєктуючу, тобто перепроєктувати її в точку. Тоді пересічні площини перепроєктуються у пересічні в цій точці дві лінії, кут між якими і є шуканим кутом між площинами.

Для наочності у якості ілюстраційного прикладу на рис.1 та в порівняльній таблиці 1 розглянуто специфічні особливості практичного виконання побудови ліній перетину двох площин загального розташування класичним методом із використанням допоміжних площин-посередників та запропонованим аналітично-графічним методом. На рис.1 приведено спільну та однакову для обох порівнювальних методів умову завдання цієї позиційної задачі. Згідно цій умові паралельними прямими лініями k/l задано площину загального розташування $\alpha(k//l)$ та пересіченими прямими, що перетинаються в спільній точці $B = m \cap n$, аналітичну площину $\beta(m \cap n)$. Необхідно побудувати горизонтальну 1t та фронтальну 2t проєкції лінії t перетину цих площин між собою, тобто $t = \alpha \cap \beta$.

Примітка: аналіз та усі графічні побудови здійснити на двоплощинному епюрі Монжа із двома взаємно перпендикулярними горизонтальною $^1\Pi$ та фронтальною $^2\Pi$ площинами проєкцій, та утвореною їх взаємним перетином віссю x із початком координат в точці O та числовими відмітками на трьох взаємно перпендикулярних координатних осях x , y та z .

У лівому вертикальному стовпці порівняльної таблиці 1 відображені класичні методи побудови ліній перетину двох площин між собою, що ґрунтується на застосуванні двох допоміжних площин-посередників. У правому вертикальному стовпці цієї таблиці відображені основні етапи аналітично-графічного методу побудови проєкцій цієї ж лінії перетину двох площин.

Суть класичного методу побудови ліній перетину двох площин зводиться до пошуку проєкцій двох точок цієї лінії перетину. Для пошуку координат цих точок використовують допоміжні площини-посередники, які перетинають кожен із заданих площин по прямих лініях. Перетин ліній перетину площин-посередників кожної із заданих площин між собою і надає точку, що є спільною для обох із заданих площин, тобто належить їх лінії перетину між собою. Для пошуку проєкцій другої точки $M(^1M; ^2M)$ лінії t перетину використовують ще одну площину-посередник γ_2 і аналітично здійснюють усі попередні побудови.

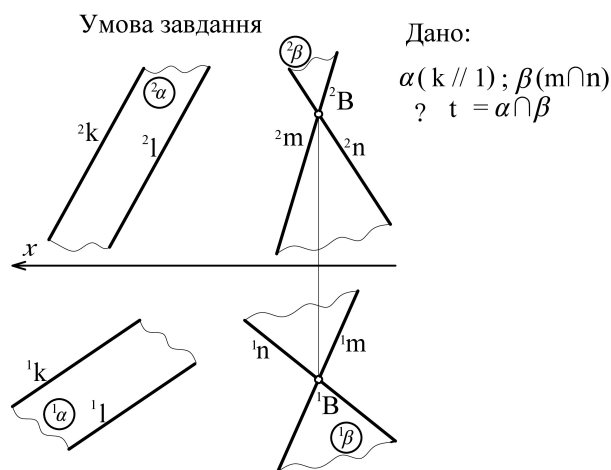


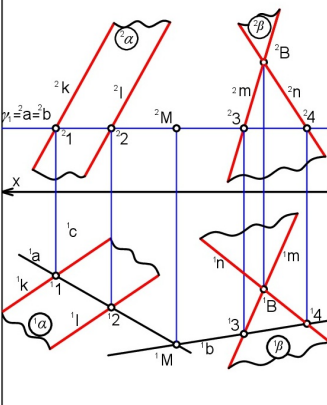
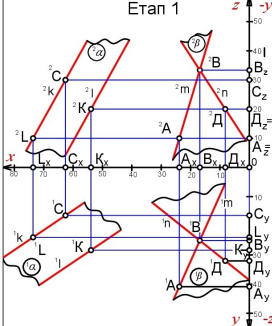
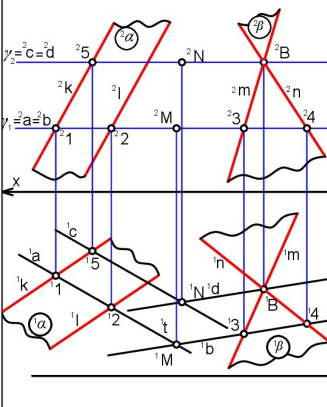
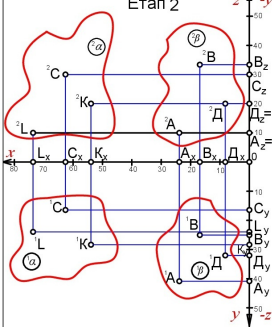
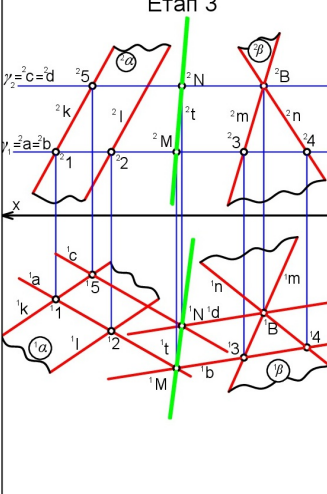
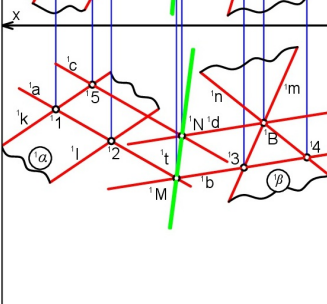
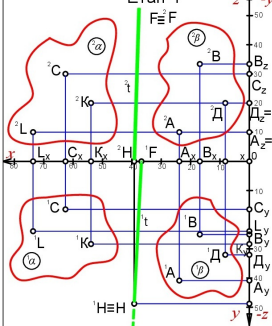
Рис. 1 Умова завдання для порівняльного аналізу графічного та аналітично-графічного методів побудови ліній перетину двох площин

При застосуванні аналітично-графічного методу на Етапах 1 та 2 задані різноманітними геометричними елементами площини перетинаються трьома належними їм точками, зокрема $\alpha(k // l) = \alpha(L; C; K)$ та $\beta(m \cap n) = \beta(A; B; D)$. Запровадивши масштабну координатну сітку на осях епюра Монжа фіксують числові координати задаючих площини α та β точок, а саме

$$L(722410) \in \alpha; C(621830) \in \alpha; K(532920) \in \alpha; A(254010) \in \beta; B(182632) \in \beta; D(93120) \in \beta.$$

Порівняльна таблиця етапів побудови ліній перетину двох площин класичним та аналітично-графічним методами

Таблиця 1

Класичний метод із використанням допоміжних площин-посередників	Аналітично-графічний метод із застосуванням математичного апарату
<p>Етап 1</p>  <p>Дано: $\alpha (kll1); \beta (m\Omega n)$ $? t = \alpha \cap \beta$ 1. $\gamma_1 \parallel \Pi$ 2. $\gamma_1 \cap \alpha = a$ 3. $\gamma_1 \cap \beta = b$ 4. $a \cap b = M$</p>	<p>Етап 1</p>  <p>Дано: $\alpha (kll1); \beta (m\Omega n)$ $? t = \alpha \cap \beta$ 1. $\alpha (kll1) = a (C;L;K)$ $\beta (m\Omega n) = \beta (B;A;D)$</p>
<p>Етап 2</p>  <p>Дано: $\alpha (kll1); \beta (m\Omega n)$ $? t = \alpha \cap \beta$ 1. $\gamma_1 \parallel \Pi$ 2. $\gamma_1 \cap \alpha = a$ 3. $\gamma_1 \cap \beta = b$ 4. $a \cap b = M$ 5. $\gamma_2 \parallel \Pi$ 6. $\gamma_2 \cap \alpha = c$ 7. $\gamma_2 \cap \beta = d$ 8. $a \cap b = N$</p>	<p>Етап 2</p>  <p>Дано: $\alpha (kll1); \beta (m\Omega n)$ $? t = \alpha \cap \beta$ 1. $\alpha (kll1) = a (C;L;K)$ $\beta (m\Omega n) = \beta (B;A;D)$ $C(x;y;z) = C(62;18;30)$ $L(72;24;10); K(55;29;20)$ $B(18;26;32); A(25;41;10)$ $D(9;32;20)$</p>
<p>Етап 3</p>  <p>Дано: $\alpha (kll1); \beta (m\Omega n)$ $? t = \alpha \cap \beta$ 1. $\gamma_1 \parallel \Pi$ 2. $\gamma_1 \cap \alpha = a$ 3. $\gamma_1 \cap \beta = b$ 4. $a \cap b = M$ 5. $\gamma_2 \parallel \Pi$ 6. $\gamma_2 \cap \alpha = c$ 7. $\gamma_2 \cap \beta = d$ 8. $a \cap b = N$ 9. $t = MUN = \alpha \cap \beta$</p>	<p>Етап 3 Аналітичне визначення координат точок лінії перетину площин $t = \alpha \cap \beta$ Рівняння площини $\alpha (kll1)$ $40x + 70y + 41z - 4970 = 0$ (1) Рівняння площини $\beta (m\Omega n)$ $58x - 282y - 161z + 11440 = 0$ (2) Рішенням системи рівнянь (1) та (2) визначають рівняння лінії $t = \alpha \cap \beta$ перетину площин $\alpha (kll1)$ та $\beta (m\Omega n)$ $x = 37,55 - 292t$ $y = -8818t$ (3) $z = 84,6 + 15340t$ де t - параметр Рішенням системи рівнянь (3) лінії перетину $\alpha \cap \beta$ та горизонтальної і фронтальної площин проєкцій, відповідно $x = 0$ та $y = 0$, визначають координати точок їх перетину, що є слідами цієї лінії $H(39,2; 48,6; 0)$ та $F(37,5; 0; 84,6)$</p>
<p>Етап 4</p>  <p>Дано: $\alpha (kll1); \beta (m\Omega n)$ $? t = \alpha \cap \beta$ 1. $\alpha (kll1) = a (C;L;K)$ $\beta (m\Omega n) = \beta (B;A;D)$ $C(x;y;z) = C(62;18;30)$ $L(72;24;10); K(55;29;20)$ $B(17;26;33); A(25;41;10)$ $D(9;32;20)$ 2. $F(37,5; 0; 84,6)$ $H(39,2; 48,6; 0)$ $t = HUF = \alpha \cap \beta$</p>	<p>Етап 4</p>  <p>Дано: $\alpha (kll1); \beta (m\Omega n)$ $? t = \alpha \cap \beta$ 1. $\alpha (kll1) = a (C;L;K)$ $\beta (m\Omega n) = \beta (B;A;D)$ $C(x;y;z) = C(62;18;30)$ $L(72;24;10); K(55;29;20)$ $B(17;26;33); A(25;41;10)$ $D(9;32;20)$ 2. $F(37,5; 0; 84,6)$ $H(39,2; 48,6; 0)$ $t = HUF = \alpha \cap \beta$</p>

За відомими координатами трьох приналежних їм точок формують математичне рівняння кожної із даних площин у вигляді $A \cdot x + B \cdot y + C \cdot z + D = 0$:

- рівняння для площини $\alpha(L;C;K)$ $40 \cdot x + 70 \cdot y + 41 \cdot z - 4970 = 0$,

- рівняння для площини $\beta(A;B;D)$ $58 \cdot x - 282 \cdot y - 161 \cdot z + 11440 = 0$.

Формують систему цих математичних рівнянь, а саме

$$\begin{cases} 40 \cdot x + 70 \cdot y + 41 \cdot z - 4970 = 0 \\ 58 \cdot x - 282 \cdot y - 161 \cdot z + 11440 = 0 \end{cases}$$

і спільним їх рішенням отримують рівняння ++ з точок якої задовольняє і рівняння площини α , і рівняння площини β , тобто є рівнянням лінії перетину цих площин. У таблиці 1 це рівняння прямої лінії t перетину площин $t = \alpha \cap \beta$ представлено у зручній для подальшого використання параметричній формі:

$$x = 37,55 - 292t;$$

$$y = -8818t;$$

$$z = 84,6 + 15340t,$$

де t – параметр.

Використовуючи математичні рівняння площин проєкцій запроваджені системи координат, а саме для горизонтальної $^1\Pi$ площини проєкцій $Z=0$, а для фронтальної $^2\Pi$ $Y=0$, та параметричне рівняння лінії t перетину заданих площин формують дві відповідні системи рівнянь, з яких визначають координати точок перетину цієї прямої лінії із площинами проєкцій, тобто знаходять горизонтальний $H = t \cap ^1\Pi$ та фронтальний $F = t \cap ^2\Pi$ її сліди. Розраховані координати цих точок перетину лінії t із площинами проєкцій горизонтальною $^1\Pi$ та фронтальною $^2\Pi$ відповідно $H(39,2; 48,6; 0)$ та $F(37,5; 0; 84,6)$, що і є одиницями слідами цієї прямої t .

З'єднавши на третьому етапі відповідні проєкції слідов прямої t між собою, отримують шукані проєкції цієї лінії перетину, тобто $^1t = ^1H \cup ^1F$, $^2t = ^2H \cup ^2F$.

У випадку потреби побудови трьох проєкцій лінії перетину заданих площин $t(t^1, t^2, t^3)$ побудову горизонтального H та фронтального F слідов доповнюють побудовою профільних 3H та 3F їх проєкцій, де $^3H \in y$; $^3F \in Z$. З'єднання цих профільних проєкцій слідов між собою формує профільну проєкцію лінії перетину заданих площин α та β , тобто $^3t = ^3H \cup ^3F$, $^3t = ^3\alpha \cap ^3\beta$.

Із позиції здійснених кінцевих побудов між обома порівнюваними методами різниця не суттєва – в обох випадках проєкції лінії t перетину площин будують по двох знайдених точках. У випадку класичного методу це точки M та N , що розташовані на запроваджених площинах-посередниках, а у випадку аналітично-графічного методу – це горизонтальний H та фронтальний F слід цієї прямої t .

Аналізуючи переваги та недоліки кожного із цих двох методів побудови лінії перетину двох площин загального розташування можна відзначити наступне. Класичний метод побудови лінії перетину із використанням двох площин-посередників супроводжується значною кількістю допоміжних графічних побудов, включно із лініями зв'язку та лініями перетину площинами-посередниками заданих площин. Усі ці допоміжні побудови неодмінно повинні супроводжуватися нанесенням на еспорі Монжа відповідних буквених позначень проєкцій ліній, площин та опорних точок. До того ж бути відображеними і у неодмінному супроводі поетапності графічних побудов в обов'язковому записі у алгоритмі розв'язку задачі. Оформлення цієї графічної роботи потребує від студентів значних витрат часу як під час виконання вручну, так і на комп'ютері. Крім того, велика кількість графічних побудов закономірно знижує точність кінцевого результату.

Не позбавлений недоліків і аналітично-графічний метод побудови лінії перетину двох площин. Перш за все, це вимоги до обізнаності студентів із розділом стереометрії шкільної навчальної програми, яка необхідна для формування математичних рівнянь ліній та площин і розв'язку систем цих рівнянь. Неодмінною передумовою тут є наявність у студентів належної обчислювальної техніки із відповідним програмним забезпеченням як для здійснення графічних побудов, так і для оперативного розв'язку математичних систем рівнянь. Доволі бажаною тут і була б наявність програми штучного інтелекту, яка у лічені хвилини надає готовий результат як по формуванню математичних рівнянь ліній та площин, так і по сумісному рішеннях їх систем для пошуку елементів взаємного перетину. Тим більше, що у сьогоднішній переважаюча більшість школярів та студентів уже доволі давно успішно застосовують можливості ШІ для рішення своїх найрізноманітніших завдань та задач як гуманітарних, так і дисциплін природничого спрямування.

Таким чином, підсумовуючи слід відзначити, що поряд із класичними методами рішення позиційних та метричних завдань і задач нарисної геометрії цілком доступні і зручні для практичного використання та застосування і аналітично-графічні методи їх рішення. Проте бажано за наявності в учасників навчального процесу відповідного забезпечення обчислювальною технікою із належними програмними продуктами.

Не виключено, що у практичній діяльності досвідчені фахівці віддадуть, очевидно, перевагу чисто аналітичному методу рішення задач подібного спрямування. Та у навчальному процесі засвоєння студентами основ нарисної геометрії, чи не основним завданням якої є розвиток у студентів просторової уяви, тут перевагу слід віддати все ж аналітично-графічному методу. Адже він органічно поєднує у собі і навички графічного відображення об'єктів простору, і вміння практичного застосування математичного апарату в поєднанні із навичками вдумливого використання сучасної техніки

Оскільки все пізнається у порівнянні, проаналізуємо переваги та недоліки кожного із розглянутих методів графічної побудови при вирішенні позиційної задачі нарисної геометрії на побудову лінії перетину двох площин загального розташування. На нашу думку найвідчуженіший недолік рішення цієї задачі класичним методом із застосуванням двох площин-посередників вбачається у надмірно великій кількості проміжних графічних побудов допоміжних ліній та точок, а також їх буквено-цифрових позначень, на виконання яких витрачається значна кількість часу. Так у даному прикладі для належного оформлення та рішення цієї порівняно простої задачі знадобилося дванадцять ліній графічних побудов включно із лініями зв'язку, та постановка тридцяти буквених позначень цих елементів простору. Ще біля сорока буквено-цифрових написів здійснено в алгоритмі, що відображає умову задачі та послідовність її виконання. Якщо врахувати, що не залежно від того чи використовується для рішення даної задачі обчислювальна техніка чи «ручний режим» її виконання і оформлення, на побудову кожної лінії витрачається біля півтори хвилини, а на постановку буквеного

позначення – до 30 секунд, то загальний час, що витрачається студентом на чисто механічну оформлювану роботу сягатиме 55 хвилин, тобто майже одну годину. Це без врахування часу на викреслювання умови задачі та оформлення її суті в алгоритмічній формі.

Незаперечним є і той факт, що велика кількість графічних побудов, особливо при їх виконанні в «ручному режимі» неминуче призводить до пониження точності відображення кінцевого результату.

Застосування аналітично-графічного методу для побудови лінії перетину двох площин зводить кількість графічних побудов до мінімуму. Процес обмежується лише проведенням ліній зв'язку між точками, які задають ці площини. Правда тут витрачається час на формування рівнянь заданих площин та ліній їх перетину, а також на рішення систем їх рівнянь. Та при застосуванні належного програмного забезпечення використовуваної обчислювальної техніки, а ще і можливостей штучного інтелекту, на це витратиться лише 5-10 хвилин.

Тому за рівнем витрачених зусиль перевага однозначно належить аналітично-графічному методу. Хоч на нашу думку, в ідеальному варіанті доцільно було б продемонструвати студентам, бодай на лекційних заняттях, ці обидва методи побудови лінії перетину двох площин, надавши їм на практичних та лабораторних заняттях право самостійного вибору того чи іншого для рішення конкретних завдань та задач.

Поряд з тим використання аналітично-графічного методу надасть студентам можливість освіжити, а може і набути, нові знання із певних розділів стереометрії та зайвий раз переконатись у невичерпних можливостях математики. Правда за наявності у них доступу до сучасної обчислювальної техніки та навиків і вмінь у володінні графічним та математичним програмним забезпеченням.

Висновки та перспективи подальших розвідок напрямку. Аналізом особливостей провадження навчального процесу вивчення та практичного засвоєння студентами механічних напрямів підготовки навчальної дисципліни «Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка» в Інституті механічної інженерії та транспорту Національного університету «Львівська політехніка» встановлено безпідставне скорочення тривалості засвоєння студентами цієї дисципліни до єдиного семестру на першому курсі навчання, що негативно відображається на якості засвоєння ними цієї вагомості як для подальшого навчального процесу, так і для професійних навиків випускників на початкових етапах їх виробничої діяльності дисципліни.

Оскільки затверджені на сьогодні навчальні плани підготовки цих студентів не допускають можливості коригування ні переліку дисциплін, ні обсягів їхнього навчального навантаження, вихід із цієї ситуації вбачається у вдумливому перегляді методик проведення практичних та лабораторних занять із графічних дисциплін задля максимального зменшення витрат праці студентів на тривале виконання індивідуальної самостійної роботи в «ручному режимі». Досвід попередніх поколінь вивчення студентами дисципліни «Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка» засвідчує, що найбільший час витрачається ними на засвоєння розділів нарисної геометрії, де в процесі оформлення

завдань і задач із нарисної геометрії лише 15-20% часу витрачається на аналіз умови та вибір послідовності рішення, а решта «левова частка» часу самостійної роботи студента витрачається на мало-ефективний процес її оформлення.

Доведено на конкретному прикладі: використання аналітично-графічних методик у поєднанні з математичним апаратом і профільним програмним забезпеченням суттєво зменшує витрати зусиль студентів на самостійне розв'язання позиційних та метричних задач із нарисної геометрії.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Афтаназів І.С., Комаров С. М., Строган О. І., Свідрак І. Г. Залучення обчислювальної техніки до поглибленого засвоєння студентами дисципліни «Нарисна геометрія та інженерна графіка». *Вісник Хмельницького національного університету*. Серія: Технічні науки. 2025. № 5. Т. 1 (357). С. 23–30.
2. Gutiérrez de Ravé E., Jiménez-Hornero F. J. A 3D Descriptive Geometry Problem-Solving Methodology. *Applied Sciences*. 2024. 14(4). S. 1781. DOI: 10.3390/app14041781.
3. Методика викладання інженерної графіки з використанням AutoCAD-2017 : навч.-метод. посіб. / [уклад. О. М. Беляев, І. В. Руденко]. Харків : ХНАДУ, 2020. 64 с. URL: <http://repository.khadi.kharkov.ua/handle/123456789/4578>
4. Бондар Н. П. Поєднання традиційного та комп'ютерного креслення в навчанні дисципліни «Інженерна графіка». *Вісник Хмельницького національного університету*. Серія: Педагогіка. 2021. № 1. С. 45–49. URL: <https://journals.khnu.km.ua/>
5. Habovda I. V. Teaching descriptive geometry, engineering, and computer graphics using CAD systems. *InterConf: Scientific Journal*. 2022. 46(135). P. 95–100. URL: <https://ojs.ukrlogos.in.ua/index.php/interconf/article/view/19532>.
6. Makarov S., Kozhukhar A. (н. д.). AutoCAD assisted teaching of descriptive geometry and engineering graphics. National Technical University of Ukraine. URL: <https://www.researchgate.net/publication/350839098>.
7. Юсупова М. Ф. Етапність переходу від ручного креслення до AutoCAD у навчальному процесі. *Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури*. 2018. № 72. С. 85–89. URL: <https://ogasa.org.ua/journal>.
8. Рассовицька М. В. Хмарні технології в навчанні інженерної та комп'ютерної графіки. *Наукові записки Національного університету кораблебудування*. 2017. № 4 (84). С. 112–117. URL: <https://journals.nuos.edu.ua/index.php/nv>.
9. Prado-Velasco M., García-Domínguez A., Pérez J. J. Computer Extended Descriptive Geometry (CeDG): A New Way to Teach Descriptive Geometry. *Education Sciences*. 2021. 11(2). 51. DOI: 10.3390/educsci11020051
10. Bokan N., Ljucović I., Vukmirović S. Computer-Aided Teaching of Descriptive Geometry. *Facta Universitatis, Series: Architecture and Civil Engineering*. 2009. 7(2). P. 149–157. URL: <http://facta.junis.ni.ac.rs/>.
11. Moreno M., Bazán C. (2017). Automation in the teaching of descriptive geometry and CAD. *International Journal of Engineering Pedagogy (iJEP)*. 2017. 7(2). P. 118–124. DOI: 10.3991/ijep.v7i2.6899
12. Комаров С. М. Використання сучасних інформаційних технологій у викладанні інженерної комп'ютерної графіки. *Поліграфічні, мультимедійні та web-технології* : тези доп. ІХ Міжнар. наук. техн. конф., 14–18 травня 2024 р. Т. 1. Харків: ТОВ «Друкарня Мадрид», 2024. С. 328–329. URL: <https://openarchive.nure.ua/handle/document/26516>

REFERENCES

1. Aftanaziv, I.S., Komarov, S. M., Strohan, O. I., Svidrak, I. H. (2025). Zaluchennia obchysluvalnoi tekhniki do pohlyblenoho zasvoiennia studentamy dystsyplyny «Narysna heometriia ta inzhenerna hrafika» [Involvement of computer technology in the in-depth mastering of the discipline “Sketchy Geometry and Engineering Graphics” by students]. *Visnyk*

Khmelnyskoho natsionalnoho universytetu. Seria: Tekhnichni nauky. № 5. T. 1 (357). S. 23–30. [in Ukrainian]

2. Gutiérrez, de Ravé, E., Jiménez-Hornero, F. J. (2024). A 3D Descriptive Geometry Problem-Solving Methodology [A 3D descriptive geometry problemsolving methodology]. Applied Sciences. 14(4). 1781. DOI: 10.3390/app14041781. [in Ukrainian]

3. Bieliaiev, O. M., Rudenko, I.V. (2020).Metodyka vykladannia inzhenernoi hrafiky z vykorystanniam AutoCAD2017 [Methodology of teaching engineering graphics using AutoCAD2017]. Kharkiv National Automobile and Highway University. URL: <http://repository.khadi.kharkov.ua/handle/123456789/4578> [in Ukrainian]

4. Bondar, N.P. (2021).Poiednannia tradytsiinoho ta kompiuternoho kreslennia v navchanni dystsyplyny «Inzhenerna hrafika» [Combining traditional and computer drawing in teaching the discipline “Engineering graphics”]. Visnyk Khmelnyskoho natsionalnoho universytetu. Seria: Pedahohika. (1). S. 45–49. URL: <https://journals.khnu.km.ua/> [in Ukrainian]

5. Habovda, I. V. (2022).Teaching descriptive geometry, engineering, and computer graphics using CAD systems. Inter Conf: Scientific Journal. 46(135). S. 95–100. URL: <https://ojs.ukrlogos.in.ua/index.php/interconf/article/view/19532>. [in Ukrainian]

6. Makarov, S., Kozhukhar, A.(n. d.). (2025). AutoCAD assisted teaching of descriptive geometry and engineering graphics. National Technical University of Ukraine. Retrieved April 29. URL: <https://www.researchgate.net/publication/350839098>. [in Ukrainian]

7. Yusupova, M. F. (2018). Etapnist perekhodu vid ruchnoho kreslennia do AutoCAD u navchalnomu protsesi [Stages of transition from manual drawing to AutoCAD in the educational process]. Visnyk Odeskoi derzhavnoi akademii budivnytstva ta arkhitektury. (72). S. 85–89. URL: <https://ogasa.org.ua/journal>. [in Ukrainian]

8. Rasovytska, M. V. (2017). Khmarni tekhnologii v navchanni inzhenernoi ta kompiuternoi hrafiky-[Cloud technologies in teaching engineering and computer graphics]. Naukovi zapysky Natsionalnoho universytetu korablobuduvannia. (4 [84]). S. 112–117. URL: <https://journals.nuos.edu.ua/index.php/nv>. [in Ukrainian]

9. Prado, Velasco, M., García, Domínguez, A., Pérez, J. J. (2021). Computer extended descriptive geometry (CeDG): A new way to teach descriptive geometry. Education Sciences. 11(2). S. 51. URL: <https://doi.org/10.3390/educsci11020051>.

10. Bokan, N., Ljucović, I., Vukmirović, S. (2009). Computeraided teaching of descriptive geometry. Facta Universitatis, Series: Architecture and Civil Engineering. 7(2). S. 149–157. URL: <http://facta.junis.ni.ac.rs/>. [in Ukrainian]

11. Moreno, M., Bazán, C. (2017). Automation in the teaching of descriptive geometry and CAD. International Journal of Engineering Pedagogy. 7(2). S. 118–124. URL: <https://doi.org/10.3991/ijep.v7i2.6899>. [in Ukrainian]

12. Komarov, S. M. (2024). Vykorystannia suchasnykh informatsiinykh tekhnologii u vykladanni inzhenernoi kompiuternoi hrafiky [The use of modern information technologies in

teaching engineering computer graphics]. Polihrafichni, multymediini ta web-tekhnologii : tezy dop. IX Mizhnar. nauk.-tekhn. konf., S. 14–18 travnia 2024 r. T. 1. Kharkiv: TOV «Drukarnia Madryd». S. 328–329. URL: <https://openarch.ive.nure.ua/handle/document/26516>. [in Ukrainian]

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

АФТАНАЗІВ Іван – доктор технічних наук, професор, професор кафедри технічної механіки та інженерної графіки Національного університету «Львівська політехніка».

Наукові інтереси: застосування аналітично-графічних методів для рішення задач нарисної геометрії.

КОМАРОВ Сергій – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри технічної механіки та інженерної графіки Національного університету «Львівська політехніка».

Наукові інтереси: застосування аналітично-графічних методів для рішення задач нарисної геометрії.

ШЕВЧУК Лілія – доктор технічних наук, професор, професор кафедри технології органічних речовин Національного університету «Львівська політехніка».

Наукові інтереси: застосування аналітично-графічних методів для рішення задач нарисної геометрії.

СТРОГАН Оряся – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри технічної механіки та інженерної графіки Національного університету «Львівська політехніка».

Наукові інтереси: застосування аналітично-графічних методів для рішення задач нарисної геометрії.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

AFTANAZIV Ivan – Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Technical Mechanics and Engineering Graphics National University "Lviv Polytechnic".

Scientific interests: application of analytical-graphical methods for solving problems of descriptive geometry.

KOMAROV Serhii – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Technical Mechanics and Engineering Graphics of the National University "Lviv Polytechnic".

Scientific interests: application of analytical-graphical methods for solving problems of descriptive geometry.

SHEVCHUK Liliia – Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Technology of Organic Substances of the National University "Lviv Polytechnic".

Scientific interests: application of analytical-graphical methods for solving problems of descriptive geometry.

STROHAN Orysia – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Technical Mechanics and Engineering Graphics National University "Lviv Polytechnic".

Scientific interests: application of analytical-graphical methods for solving problems of descriptive geometry.

Стаття надійшла до редакції 19.03.2026 р.

Стаття прийнята до друку 29.03.2026 р.

УДК 378.147:355.23:004

DOI: 10.36550/2415-7988-2026-1-223-617-623

ISSN 2415–7988 (Print) ISSN 2521–1919 (Online)

ФТЕМОВ Юрій –

кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, завідувач кафедри фундаментальних наук Національної академії сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1709-5395>
e-mail: ftemov.yuriy@gmail.com

ГРУБЕЛЬ Михайло –

доктор технічних наук, професор, професор кафедри фундаментальних наук Національної академії сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного