

УДК 514.18

Ковальов Ю.М., д.т.н., проф.

Національний авіаційний університет

Верещага В.М., д.т.н., проф.

Таврійський державний агротехнологічний університет

## **ПІДРУЧНИК «ПРИКЛАДНА ГЕОМЕТРІЯ: НАРИСНА ГЕОМЕТРІЯ, ІНЖЕНЕРНА ТА КОМП'ЮТЕРНА ГРАФІКА, СУЧАСНІ РОЗДІЛИ»**

*Сформульовано вимоги до сучасного підручника з графічних дисциплін, наведено його концепцію, зміст, методичку*

*Постановка проблеми.* У вступі до «Geometrie descriptive» Гаспар Монж характеризує французьку промисловість як відсталу і залежну від іноземних країн, а також закликає до реформи освіти, як засобу виправлення такого становища. Для цього потрібно викладати точні науки, знання машин, прищеплювати навички привнесення точності у будь-яку роботу. Сама ж книга заклала принципи, слідування яким з тих пір визначає успішність будь-якої навчальної літератури з графічних дисциплін. До них відносяться:

- викладення найпередовіших геометричних здобутків;
- поєднання наочності та точності математичного аналізу;
- практична направленість;
- наголос на самостійному виконанні вправ, за складністю наближених до реальних задач.

Час показав корисність таких заходів для розвитку Франції, яка зараз займає чільне місце серед передових країн світу.

Не можна не погодитись, що така ж характеристика є актуальною для сучасного стану України, а відповідно, і запропоновані принципи побудови навчального курсу не втратили свого значення. Слідувати ним, вносячи зміни згідно з умовами часу, намагалися й автори.

*Аналіз останніх досліджень.* Розглянемо умови, яким має відповідати сучасний підручник з графічних дисциплін.

Наслідком розвитку науки і техніки стала диференціація вимог до геометричного моделювання, яке *перестало бути переважно графічним*. Відтак, класичні курси нарисної геометрії та інженерної графіки вже не є достатніми для сучасних інженерів або архітекторів і мають бути доповнені ідеями та методами обчислювальної геометрії, багатовимірної геометрії, теорії систем. Саме тому класичну назву ми змінюємо на «Прикладну геометрію». Усі ці напрями мають спільну теоретичну основу – аксіоматичні моделі простору, теорію перетворень, засоби забезпечення наочності – і мають викладатися у рамках однієї дисципліни, що призводить до позитивного синергетичного ефекту, оскільки розуміння єдності основи полегшує навчання, вказуючи на подібність різних, на перший погляд, напрямів і розвиває мислення, схиляючи його до загальних і абстрактних форм.

Іншим наслідком технічного прогресу стала поява *нових засобів геометричного моделювання*, набагато потужніших та інтелектуальніших за попередні. Це, передусім, засоби комп'ютерної графіки, що включають технічні, математичні, лінгвістичні та програмні складові. Без розуміння основ комп'ютерної графіки, обчислювальної геометрії та знання найпоширеніших програмних засобів неможливо уявити сучасного кваліфікованого фахівця. І навчитись використовувати їх як у теоретичних, так і прикладних цілях є важливим завданням.

В останні роки відбулися *кардинальні зміни у технології навчання*, пов'язані із приєднанням України до Болонського процесу. Метою цих змін є стимулювання студентів (і викладачів) до самостійної і творчої роботи, вміння ставити проблеми і знаходити нестандартні способи їх вирішення. Організаційно це виразилося у скороченні часу аудиторних занять та збільшенні частки самостійної та індивідуальної роботи. Якщо за часів Г. Монжа курс нарис-

сної геометрії і креслення у Політехнічній школі складав 328 лекцій, тобто приблизно половину навчального часу, то тепер навіть для архітекторів, лише 38 лекційних і загалом 76 аудиторних години. У таких умовах підтримувати належний рівень освіти за рахунок класичних засобів стає неможливим.

Нарешті, змінилася психологія молоді, яка стає дедалі більш нетерпимою до менторського тону і директивних вказівок, натомість потребує діалогу і додаткового стимулювання цікавості до знань.

*Метою публікації є презентація концепції, змісту, методики підручника авторів «Прикладна геометрія: нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка, сучасні напрями».*

*Основна частина.*

Для того, щоб підручник із графічним дисциплін відповідав сучасним вимогам, потрібні, на думку авторів, три суттєві модернізації.

**Модернізація структури** означає дотримання принципів системності та модульності.

Принцип системності полягає у тому, що у підручнику розміщено не лише обумовлений робочими навчальними програмами матеріал, але й суміжні дані, необхідні для успішного проходження навчального процесу. До них відносяться:

- інформація з раціональної організації самостійної роботи;
- історичний нарис;
- розділи другої частини, що містять опис тих засобів і програм комп'ютерної графіки, які традиційно не освітлюються у навчальному процесі;
- третя частина, яка повністю присвячена актуальним питанням прикладної геометрії, як наукової дисципліни.

Принцип модульності полягає у самодостатності як усіх трьох частин, так і окремих розділів, що дозволяє комбінувати при складанні робочих навчальних програм ті з них, які найкращим чином відповідають конкретному напрямку підготовки.

**Модернізація тезаурусу.** Без знання витоків неможливо зрозуміти історію, сучасний стан і перспективи будь-якої науки. Предметом геометрії є аналіз просторових уявлень, отже її витоків слід шукати у просторових уявленнях первісних людей. У наступні епохи ці уявлення зазнавали суттєвих, навіть сутнісних змін, що можна реконструювати по творах живопису, кресленням карт і споруд, науковим доктринам і канонам. Зрозуміло, що зміни відбувалися не тільки з внутрішніх, геометричних, причин, а й за законами становлення людської свідомості, а також під впливом загальнокультурного контексту. Становлення геометричного моделювання ще потребує своїх дослідників, а автори розпочинають першу частину підручнику із досить об'ємного історичного нарису (розділ 1), що дає можливість підготувати читача до викладення сучасної парадигми (розділ 2), попутно навівши маловідомі і цікаві факти, здатні підіграти цікавість до геометрії взагалі.

Поняття проективного простору як основи просторових уявлень нарисної геометрії, а методу двох зображень як основи ортогонального проєкціювання, аксонометрії та перспективи, викладені у розділі 2, підводять читача до розуміння нарисної геометрії – визначного, але не останнього етапу розвитку геометричного моделювання. Цей класичний період представлено розділами 3–11 першої частини, у яких описані методи зображення та властивості точок, прямих, площин, гранних поверхонь та багатогранників, кривих ліній та кривих поверхонь, перетворення проєкцій та способи розв'язання позиційних, метричних і конструктивних задач.

На наших очах майже відбувся перехід від класичної діади «нарисна геометрія – інженерна графіка» до сучасної тріади «обчислювальна геометрія – комп'ютерна графіка – комп'ютерні технології проектування», і ми, визначаючи зміст другої частини, прагнули іти у ногу із часом. Надаючи коротку інформацію про машинобудівні та архітектурно-будівельні креслення (розділи 12, 13), ми виходили з того, що технічні прийоми креслення вже не так актуальні, оскільки існуючі комп'ютерні програми забезпечують графічну досконалість доку-

ментів. Відтак, після надання необхідних відомостей про складові частини комп'ютерної графіки (розділ 14) та обчислювальної геометрії (розділ 15), ми переходимо до досить детального опису програм, які застосовуються на різних етапах проектування, починаючи від збору даних до підготовки проекту до презентації (розділи 16–24). Особливості цієї частини – компактність і наочність, а також акцентування уваги на технології сучасного проектування, коли для розв'язання окремих задач використовуються спеціалізовані програмні продукти і виникає необхідність передачі даних із одного пакету до іншого. При виборі програм ми керувалися їх поширеністю та простотою використання, через що було залишено поза увагою деякі достойні продукти.

Розділи 25–28 третьої частини є ключовими для розуміння сучасного стану прикладної геометрії, яка вже досить суттєво відрізняється від нарисної геометрії. Для того, щоб підкреслити цей факт, у науковій літературі використовують нові назви – «прикладна геометрія», «інженерна геометрія», «комп'ютерна геометрія» тощо. Як бачимо із різнохарактерності цих назв, геометричне моделювання є підґрунтям, або й одним із основних методів дослідження для різних дисциплін, від класично інженерних, до, наприклад, технічної естетики.

Автори обрали чотири актуальних напрями. Це:

- багатовимірна геометрія – основа розв'язання оптимізаційних задач (розділ 25);
- моделювання та оптимізація складних систем – більшість об'єктів Всесвіту є складними системами (розділ 26);
- моделювання динамічних систем, на що спираються різноманітні інженерні розрахунки та методи прогнозування (розділ 27);
- розпізнавання образів – основа різноманітних експертних, діагностичних та геоінформаційних систем (розділ 28);

Для кожного з них стисло описані основні поняття, ідеї та методи, тобто мінімум, необхідний для подальшого ґрунтовного вивчення. Автори намагалися показати динамічність розвитку цих напрямів, посилаючись на автореферати дисертаційних робіт та найсвіжіші публікації, а також подаючи власні результати. Ми сподіваємось, що це спонукає читачів до роздумів, а комусь підкаже напрям майбутньої наукової діяльності.

Знання іноземних мов значно підвищує комунікативні можливості фахівця, що не могло не спонукати авторів до наведення невеликого словника найбільш розповсюджених графічних термінів.

**Модернізація навчального процесу.** Сучасним підходом до організації навчального процесу є запровадження кредитно-модульної системи. У зв'язку з цим, підручник структуровано таким чином, щоб на його основі було зручно обирати матеріал для окремих модулів залежно від напрямку підготовки. Наприклад, для будівельних спеціальностей до робочих навчальних програм першого семестру включають модулі, яким відповідають розділи 1–8; до програм другого семестру – розділи 9–11, 18–21. Для архітекторів доцільнішим буде інший вибір: для першого семестру – розділи 1–8, для другого – розділи 9–11, далі, у рамках дисципліни «Комп'ютерні технології архітектурного проектування», розділи 19–24. Аналогічно можна будувати робочі навчальні програми для інших напрямів.

При цьому розділи, які не є основними для конкретних напрямів і спеціальностей, можна використовувати для проведення факультативних занять, у рамках науково-дослідної роботи студентів, при підготовці до конкурсів студентських робіт та олімпіад, для самостійного поглибленого вивчення.

Читач має знати, що нарисна геометрія – складна для розуміння дисципліна (хоча б тому, що є неевклідовою геометрією), і поставитись до її вивчення серйозно. Автори ж прагнули полегшити це завдання, використовуючи різноманітні засоби.

По-перше, ми намагалися зробити викладення якомога компактнішим, орієнтуючись на невеликі обсяги сучасних навчальних курсів.

По-друге, в сучасній літературі помітна тенденція до подання матеріалу в алгоритмічній формі. Це веде до відходу від наочності і стримує формування просторового мислення, відповідального за цілісне сприйняття світу, і пов'язаного з діяльністю правої півкулі мозку, тоді як алгоритмічний виклад апелює до аналітичних здібностей лівої півкулі. Це неприпустимо ані для інженерів, які мають уявляти процес проектування у цілому, ані для представників творчих професій. Максимум графіки при необхідному мінімумі пояснень має виправити цю диспропорцію.

По-третє, автори доклали зусиль для найбільш зручного, «ергономічного» розташування матеріалу. Це структуризація тексту, розміщення на одній сторінці малюнку і пояснень, акцентування найбільш важливих частин, наведення джерел не з основного списку поруч із відповідним матеріалом – подібні далеко не дрібниці значно скорочують час пошуку і роботи, сприяючи кращому засвоєнню.

По-четверте, ми прагнули підвищити теоретичний рівень: там, де теорія дозволяє узагальнити матеріал і спростити засвоєння, викладаються результати, які виходять за межі усталеної для нарисної геометрії традиції. Наприклад, розуміння принципу двоїстості значно скорочує кількість фактів, які треба запам'ятовувати, а розуміння спільності ортогонального проєкціювання, аксонометрії і перспективи надає можливості розглядати способи розв'язання задач у цих проєкційних системах як варіації, а не як окремі методи.

По-п'яте, як тільки з'являлася можливість, ми підкреслювали практичні застосування прикладної геометрії, обираючи їх передусім із предметних фахових областей.

Практика показала доцільність побудови на основі підручника єдиних з точки зору теаурусу та методології навчально-методичних комплексів за відповідними напрямками підготовки. До складу таких комплексів доцільно включати:

- мультимедійні лекційні курси, а не тільки конспекти;
- методичні вказівки по виконанню розрахунково-графічних та курсових робіт із варіантами завдань;
- практикуми для практичних занять і самостійної роботи;
- в окремих випадках (наприклад, при викладанні іноземними мовами), відповідні навчальні посібники;
- матеріали щодо організації контролю знань і вмінь.

Усі ці видання можуть бути електронними та інтерактивними. Приклади таких видань наведено у списку літератури.

Підручник розраховано на активну самостійну роботу студента. Але робота буде продуктивною лише за умов наукової організації праці, доцільність чого перевірена багатьма поколіннями студентів. Зважаючи на недосвідченість першокурсників, автори розпочинають із розділу 0, де даються відповідні рекомендації.

Для стимуляції творчого підходу до складу підручника включено розділи, які характеризують сучасний стан геометричного моделювання, питання самоконтролю, задачі підвищеної складності, а також проблемні питання, на яких немає загальноприйнятої відповіді. У таких випадках у тексті розділів наводяться додаткові джерела.

*Висновки.* Таким чином, підручник «Прикладна геометрія: нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка, сучасні напрями» відповідає вимогам до сучасного підручника з графічних дисциплін.