

ДЕЯКІ ЗАУВАЖЕННЯ ЩОДО ВПОРЯДКУВАННЯ ІНСТРУМЕНТАЛЬНИХ ЗАСОБІВ ПРИКЛАДНОЇ ГЕОМЕТРІЇ

*Київський національний університет будівництва
та архітектури, Україна*

В статті розглядаються окремі питання термінології, формулювань, співвідношень між термінами, які є фундаментальними для методології прикладної геометрії.

• Вступ.

Метою статті є уточнення принципів понять та визначень, які складають основу методологічної платформи прикладної геометрії. Тривалий багатовекторний розвиток дисципліни в напрямках практичного спрямування та розробки власного інструментарію, системна відсутність (за визначенням) методологічної однорідності науки, специфіка взаємодії прикладної геометрії з науковим оточенням – тільки деякі з причин виникнення та розвитку ряду проблем загальнотеоретичного порядку. Серед них: некерованість та безсистемність формування понятійного апарату; недослідженість відповідних джерел та схем формування, протиріччя у визначеннях, укорінення (в т.ч. на локальному рівні окремих наукових шкіл) двозначних та методологічно некоректних формулювань, відсутність зв'язку між рівнями понять та інструментальними ієрархіями. Деякі з понять та визначень є тривіальними, загальноживаними, тоді як деякі – само-створеними, що вимагають спростування, коригування або утвердження на певному термінологічному рівні.

Вказані проблеми, крім очевидного теоретичного значення, мають цілком очевидні практичні наслідки. Серед них найважливішим є, на наш погляд, майже повне свавілля у визначенні значущості геометричних або прикладних результатів, які формулюються при захисті дисертаційних робіт, а також проблема їх коректного віднесення до певного ієрархічного рівня відповідних типологій. Зважаючи на традиційно скептичне ставлення до «синтетичних», теоретико-прикладних галузей з боку академічної науки, невирішеність окреслених проблем є критичним у зовнішньому визнанні прикладної геометрії як сучасної наукової дисципліни та її перспективної життєздатності.

• Понятійний апарат.

Схеми формування понятійного апарату прикладної геометрії та джерела його поповнення відповідають онтології методів дисципліни та структури зовнішнього наукового оточення. Структурна складність науки та її відкритість до зовнішнього середовища стимулюють певний хаос у термінах, наявність дублювань, тенденцій до самостворення термінології.

Активність самостворення термінів визначається також тим, що прикладна геометрія є молода (далека від педагогічної «канонізації»), контактна, конфліктна, недовершена методологічно наука. Також наслідком

вищеперерахованого є неоднозначність у трактуванні понять та термінів. Проблема посилюється, оскільки прикладна геометрія є системно багатовекторною, розвивається з великою швидкістю та (важливо!) наявна кадрова неоднорідність серед профілю фахівців.

В цілому послідовність формування понять та термінів повинна визначатись *законами дистанціювання*, що визначають взаємну «близкість» контактних наукових дисциплін та характер їх інформаційної взаємодії [1]. Таким чином, проникнення терміну до інформаційного середовища прикладної геометрії відбувається за різними схемами, - як поетапно, так і прямо, але за загальною послідовністю: імпорт (використання) – геометрична інтерпретація – привласнення (асиміляція) – закріплення у системі понятійного апарату.

Взагалі ж, діючий понятійний апарат утворює чітку ієрархію:

1. Методологічні та загальнотеоретичні визначення.
2. Інструментальні терміни власні.
3. Інструментальні терміни асимільовані (в т.ч. нарисної геометрії, частково класичної алгебраїчної геометрії, проєктивної геометрії...).
4. Терміни контакту – синтезування (двостороннього або імпорту).
5. Зовнішні терміни інтерпретовані.
6. Зовнішні терміни.

- **Зауваження щодо концептуальної системи.**

«Паспортне» визначення спеціальності 05.01.01 є коректним у якості визначення *для науково-адміністративного середовища*. Визначимо спеціальність з урахуванням її внутрішніх операційних особливостей.

Прикладна геометрія та графічні технології (ПГ) – комплексна інтерпретаційна наукова дисципліна з практично відкритою областю застосування, яка на основі принципів геометричної *конструктивності* та *наочності* створює моделі об'єктів різної природи.

Методологічним визначником комплексної дисципліни «Прикладна геометрія та графічні технології» є **конструктивність** (відмінна ознака методів *прикладної геометрії*) та **наочність** (як узагальнена характеристика якості *графічних технологій*). Тим не менш, у розумінні цих фундаментальних понять також існують певні різночитання.

Конструктивність, на наш погляд, слід розглядати на трьох рівнях, а саме:

I. Можливість взаємоперетворення методів, способів, їх реалізацій (*системна конструктивність*).

II. Конструктивізація (в т.ч. унаочнення) побудови геометричної моделі шляхом використання певного інструментального засобу, здатність методу до по-елементного врахування необхідних властивостей об'єкта моделювання при побудові структури методу (*конструктивність методу*).

III. Метризація синтетичних алгоритмів, схем та побудов – тобто, конструктивність як *метризована синтетика*. (Приклад – перехід від «аксіоматичної» до множини «конструктивних» моделей [2]).

Наочність – сукупність необхідних та достатніх форм комфортного для користувача візуального подання об'єкта моделювання та/або його характеристик та властивостей, динаміки розвитку тощо.

Реалізація принципу наочності полягає у створенні спеціальних інструментальних засобів: моделей візуалізації, відповідних технологічних платформ візуалізації та управління візуальними моделями, оптимізації процесів моделювання геометричних об'єктів і т.п.

В узагальненому розумінні сукупність цих інструментальних засобів (включаючи концептуальні засади їх створення) і утворюють зміст **графічних технологій** як органічної складової спеціальності 05.01.01.

На операційно-інструментальному рівні прикладна геометрія оперує [1] *конструктивізованими* засобами математики, в т.ч. різних розділів геометрії, засобами інформаційних технологій, а також геометрично інтерпретованими методами різних прикладних дисциплін зовнішнього наукового оточення.

(Конструктивізація відноситься до рівня **II**. Приклад конструктивізації: а) вихідний класичний геометричний метод – неперервні відображення; б) конструктивні методи прикладної геометрії – розшарування, ключі, миттєві відображення, конструктивні схеми алгебраїчної групи тощо).

До складу інструментів прикладної геометрії слід також віднести засоби геометричне моделювання (**ГМ**), обчислювальної (computational) геометрії, геометричного забезпечення комп'ютерної графіки тощо.

Прикладна геометрія в змістовному та інструментальному відношенні суттєво ширша, ніж геометричне моделювання, оскільки використовує, зокрема, *негеометричні* методи моделювання *геометричних* об'єктів (методи матфізики, теорії оптимізації, математичної статистики, комбінаторики, т. зв. *геометричне проектування* тощо), вона постійно генерує *спеціальні* методи, способи та моделі, тоді як **ГМ** тяжіє до створення універсальних інваріантних засобів.

Таким чином і поняття *метод прикладної геометрії* є змістовно суттєво ширшим поняттям, ніж *метод геометричного моделювання*.

Висновок. Інструментальною основою прикладної геометрії є *методи моделювання геометричних об'єктів, їх графічних подань тощо*, які включають в себе: а) власне методи геометричного моделювання, б) геометрично інтерпретовані методи, в) негеометричні (зовнішні) методи.

Отже, в структурно-функціональному розумінні **ПГ** та **ГМ** відрізняються тим, що:

1а. Прикладна геометрія є синтезована (гетерогенна) дисципліна, що містить негеометричні складові.

1б. Геометричне моделювання базується на єдиній геометричній методологічній основі.

2а. Прикладна геометрія активно синтезується з зовнішнім науковим оточенням (двосторонній синтез).

2б. Геометричне моделювання досліджує геометричні об'єкти, розглядаючи зовнішнє середовище як область впровадження.

3а. В прикладній геометрії присутні як індукційні так і редукційні схеми дослідження.

3б. Схеми досліджень в геометричному моделюванні є переважно редукційними.

Зауваження. Нарисна геометрія в частині розвитку наукової парадигми практично вичерпала себе, є *асимільована* [дистанціювання] прикладною геометрією і є одним з фундаментів *графічних технологій*.

- **Деякі важливі визначення.**

Геометричний об'єкт – підсистема визначника системи «об'єкт» (тіло, процес, явище, система), складові якої описані в термінах геометрії та/або описують окремі геометричні властивості (характеристики, особливості) об'єкта.

Змістовно – це статичний об'єкт або *форма*, геометричний визначник процесу, геометричний визначник явища, композиція вищезазначених елементів.

Геометрична модель – форма опису геометричного об'єкта та/або його властивостей, характеристик, динаміки розвитку тощо.

За функціональними ознаками геометричні моделі слід розрізняти як: 1) модель форми, 2) модель переходу (трансформації), 3) інтерфейсну модель (внутрішні перетворення геометричної інформації), 4) модель візуалізації. Вказані «елементарні» моделі утворюють композиції, - від моделей явища «форма-перехід» до моделей складних систем [1].

Між геометричним об'єктом та геометричною моделлю існує багатозначна відповідність, оскільки над геометричним об'єктом можна побудувати множину геометричних моделей, які є уявленнями об'єкту та його геометричних властивостей. В той же час одна й та ж модель може бути інтерпретацією різних геометричних об'єктів.

В свою чергу, слід звернути увагу на асиметрію понять «моделювання» - «об'єкт». До *геометричного* об'єкту можуть застосовуватись *негеометричні* методи моделювання (див. вище), в той час як *геометричне моделювання* в чистому вигляді не є повноцінним засобом опису об'єкта в цілому, але лише його геометричної підсистеми (звідси є некоректними словосполучення: геометричне моделювання теплофізики, аеродинаміки тощо). Для дотримання методологічної коректності в таких випадках слід звертати увагу на ієрархічну типологію моделей за рівнем складності [1].

Окремо слід прокоментувати термін «*геометрична новизна*». Якщо зміст даного поняття стосовно власне геометричних інструментів є очевидним, то в «інтерпретаційній» складовій дисципліни дане словосполучення є менш «популярним», є підставою для перегинів та послаблень, коли власне створення інтерпретації (як правило, моделі *візуалізації*) оголошується достатньою умовою «новизни» дослідження.

Ознакою новизни геометризованої, інтерпретаційної моделі є набуття нових якісних характеристик, властивостей, які в сукупності покращують *результат* та/або *процес* рішення задачі в порівнянні з вихідним (не геометризованим) підходом.

- **Ієрархія інструментів.**

Особливості формування та різновиди **теорій**, що складають сучасні основи спеціальності 05.01.01 викладені у окремій статті, що представлена у даному збірнику. Очевидно, що з точки зору розвитку внутрішніх можливостей науки особливе місце серед них посідають *інструментальні* теорії, де створюється або узагальнюється певний оригінальний інструментальний засіб прикладної геометрії.

Метод геометричного моделювання – процедура, структурована сукупність (як частковий випадок – послідовність) процедур утворення, трансформації геометричного об'єкту.

(Співвідношення методу геометричного моделювання та методу прикладної геометрії – див. вище).

З точки зору *схематизму*, утворення методу забезпечується цілим спектром технологій – від чистої асиміляції, конструктивізації – до семантичної схеми, тобто просто приведення стороннього методу до системи понять **ПГ**.

Ієрархія інструментів представлена на **рисунку**.

В основі ієрархії – інструментальна теорія як узагальнення концептуальних методів [1] та їх конкретних, методологічно відмінних конструктивних різновидів.

Під *методологічними відмінностями* розуміються:

- унікальність алгоритмічної структури, яка в подальшому виділяє метод в **концептуальний клас** методів;
- використання певного класу математичних структур (тип функцій, операцій, багатовидів тощо) яка дає принциповий прогрес в певному класі *методів або на широкому (практично важливому) класі задач*.
- інтеграція кількох концепцій, яка дає оригінальний результат;
- створення нових схем реалізації у відомому методі, який створює принциповий прогрес у його операційних можливостях;
- ...

Кожен з **методів** на практиці має множину **способів** реалізації та **форм подання**.

В загальному (інваріантному) випадку маємо наступні **способи реалізації методу**:

- графічний;
- аналітичний;
- синтетичний;
- конструктивно-синтетичний;
- графоаналітичний;
- дискретний;
- дискретно-конструктивно-синтетичний (комп'ютерно-синтетичний [3]);
- дискретно-графічний;
- дискретно-аналітичний (кусочно - неперервний);
- конструктивно-аналітичний.

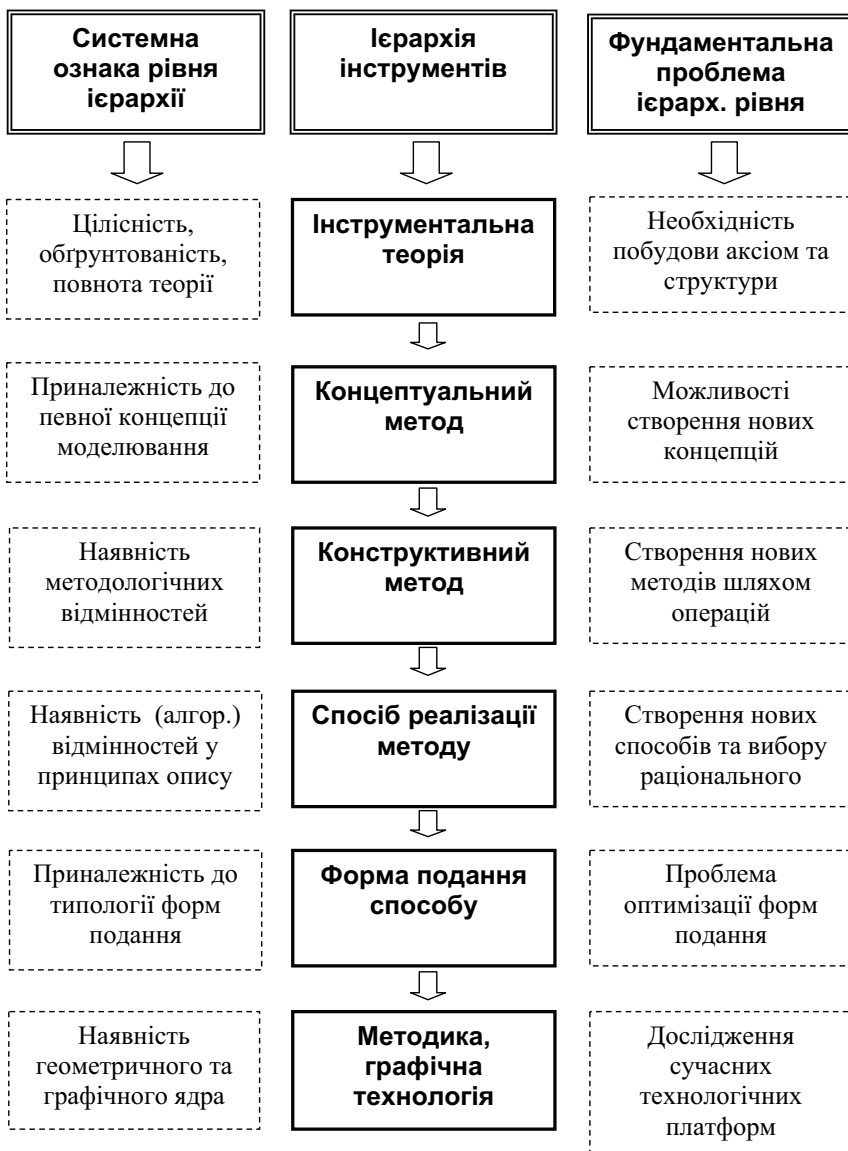


Рис. Ієрархія інструментальних засобів прикладної геометрії

При цьому, будь-який метод певного концептуального класу та конструктивної реалізації співвідноситься зі *способами реалізації* певним чином:

- а)** є інваріантним щодо способу та форм його подання;
- б)** має пріоритетний спосіб реалізації;
- в)** є моно-орієнтованим на спосіб реалізації (відбувається ідентифікація рівнів «метод» - «спосіб»).

Таким чином, можна говорити про **а)** інваріантні; **б)** (дискретно, аналітично, синтетично, графічно і т.п.) - орієнтовані методи; та **в)** методи з єдиним способом реалізації.

Спосіб реалізується в певній **формі подання**: координатній формі, параметризації, у вигляді аналітичної залежності, табличній формі, алгоритмом чи структурною схемою, зображенням певної структури та технології (проекційна, комп'ютерна форма і т.п.), тощо. Зауважимо, що деякі способи можуть мати єдино можливу форму подання (ідентифікація рівнів «спосіб – форма»).

Операції на множині методів **МГМ** [1] в своїй креативній функції можуть *породжувати* методи, *породжувати* та *оптимізувати* способи, *оптимізувати* форми подання.

З точки зору операційного підходу наявність у методу множини способів та форм подання визначає *відкритість методу* щодо відповідної операції. Крім того, операційний підхід визначає відкритість переліків на всіх рівнях ієрархії «метод – спосіб – форма подання».

Зауваження. Недотримання вказаної ієрархії сплутує поняття *метод* та *спосіб*. Зокрема, в загальному випадку такі словосполучення як «графоаналітичний метод...» є некоректними.

Зі структурної та конструктивної точок зору більшість методів, які методологічно визначаються в типологічній ієрархії, є багатокomпонентними системами.

Вони складаються з впорядкованої множини елементарних операцій, які можна назвати **спеціальними (або елементарними) геометричними процедурами** – знаходження точок перетину та дотику, відновлення нормалі, встановлення відповідності, елементарні трансформації об'єкта тощо.

Крім власне **методу**, на наступному рівні складності ці процедури також є основою **спеціальних геометричних алгоритмів**, що вирішують часткові задачі геометричного моделювання, наприклад, побудову сітки на поверхні, конструктивне знаходження особливих елементів багатovidу, побудову геометричного місця, дискретно-геометричні розрахунки диференціальних або інтегральних характеристик тощо.

В окремих класах слід виділити **методи оптимізації геометричних інструментів**, які необхідні для системного використання методів геометричного моделювання, їх способів реалізації та форм подання. Вказані методи та прийоми їх практичного застосування призначені для дослідження та покращення якісних характеристик **МГМ** та геометричних моделей

(раціональності координатних подань, точності, чутливості, ефективності управління параметрами, швидкодії тощо).

В свою чергу, **інтерпретації** як інструмент геометризації моделей зовнішніх наук та об'єктно-орієнтованого конструювання геометричних моделей є джерелом створення *спеціальних способів геометричного моделювання* конкретних об'єктів [4].

Плутанина у визначеннях часто виникає внаслідок ототожнення понять «спосіб реалізації методу геометричного моделювання» та «спеціальний спосіб геометричного моделювання об'єкту». Для набуття останнім ознак загальності та можливого перетворення в *спосіб (метод) геометричного моделювання* має відбутись його *інваріантизація* шляхом: **а)** екстраполяції створеного підходу на інші задачі; **б)** визначення конструктивних та концептуальних ознак підходу в ієрархії методів.

- **Висновки.**

Вищенаведені нотатки є матеріалом, відкритим для уточнень та коригування. Вони є першим наближенням до створення чіткої понятійної платформи спеціальності 05.01.01, тому автор був би вдячний за продовження дискусії з цієї важливої проблеми.

Література

1. *Плоский В.О.* Дослідження структурних особливостей методів геометричного моделювання та тенденцій розвитку прикладної геометрії/ Дис... д-ра техн наук, К.: КНУБА, 2007. – 277с.

2. *Джапаридзе И.С.* Начертательная геометрия в свете геометрического моделирования. – Тбилиси: Ганатлеба, 1983. – 208 с.

3. *Несвідомин В.М.* Комп'ютерні моделі синтетичної геометрії/Дис. ... д-ра техн. наук, К.: НАУУ – 325с.

4. *Плоский В.О.* Інтерпретації як елемент методології та інструментальний засіб прикладної геометрії//Прикл. геометрія та інж. графіка. - Вип.83. – 2010. - С.18-25.

НЕКОТОРЫЕ ЗАМЕЧАНИЯ К УПОРЯДОЧЕНИЮ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ СРЕДСТВ ПРИКЛАДНОЙ ГЕОМЕТРИИ

В. А. Плоский

В статье рассматриваются отдельные вопросы терминологии, формулировок, соотношений между терминами, которые являются фундаментальными для методологии прикладной геометрии.

SOME COMMENTS TO STREAMLINE THE TOOLS OF APPLIED GEOMETRY

V. O. Ploskyi

The article discusses some issues of terminology, formulations, the relationship between terms that are fundamental for the Methodology of Applied Geometry.