

## СИСТЕМНІ ДОСЛІДЖЕННЯ СУЧАСНИХ СТРУКТУРНИХ КОНСТРУКЦІЙ

*Київський національний університет будівництва і архітектури*

**Актуальність.** Сучасна світова активізація інтересу до проектування громадських, зокрема, спортивних будівель та споруд призводить до суттєвого поживлення в проектуванні та будівництві великопрогонних просторових систем. Важливим підкласом таких систем є просторові стрижневі конструкції. В порівнянні з періодом активних геометричних досліджень в даному напрямку (з середини 70-х до середини 80-х р. р.) в теперішній час з'явилися деякі нові можливості, які дозволяють переосмислити наявний досвід досліджень та підійти до них з системних позицій.

Актуальність даного напрямку дослідження має практичний та теоретичний аспекти. Перший полягає в необхідності та можливості покращення архітектурно-конструктивних рішень шляхом застосування високоефективних структурних систем. Другий визначається новими можливостями створення сучасних концепцій конструювання, в першу чергу, - геометричного проектування ПСС.

**Мета публікації.** Аналіз та створення передумов для розробки концептуально нових комп'ютерно-геометричних підходів до проектування та оптимізації просторових стрижневих структур на основі переосмислення наявного досвіду геометричного моделювання ПСС, виникнення нових технологічних можливостей, інструментарію моделювання, нових матеріалів та конструктивних рішень.

**Основна частина.** Початком системного розвитку геометричної складової в дослідженні просторових стрижневих систем можна вважати оприлюднення досліджень О.Л.Підгорного (множини узагальнених ломаних). Саме ним та його учнями в подальшому були запропоновані рішення структур на основі тетрадральних решіток - з обмежуючими поверхнями як г.м.т. перетину відповідних променів прямолінійних конгруенцій (Н.І.Седлецька), з конгруентними обмежуючими поверхнями (ОП), тороїдальними та гвинтовими ОП (О.П.Нікітенко). Авторами також досліджені комбінаторні можливості елементів ПСС, питання мінімізації типорозмірів цих елементів та управління їх властивостями. Моделюванням тетрадральних та октадральних структур займалися А.В.Павлов та А.Н.Манік, розгортанням багатограних поверхонь – М.М.Рижов та Ю.О.Ачкасов. Всі вказані дослідження в поєднанні з методами кінематичної геометрії та комбінаторики дали імпульс розвитку трансформованих просторових складчастих систем (К.К.Гладиш, О.М.Фесан, І.С.Шихієв), методів моделювання ПСС з гранними обмежуючими контурами на основі площинних моделей (О.І.Горобець), досліджень комбінованих -

стрижнево-пластинчатих (К.К.Гладиш) та стрижнево-вантових (С.К.Тукаєв) просторових систем.

Слід зазначити, що з об'єктивних причин дослідження геометрії ПСС (за невеликим винятком) відбувались окремо від розрахунково-технологічного етапу досліджень. Неможливість інтеграції етапу геометричного варіантного проектування в єдину вертикаль проектно-конструкторських робіт, встановлення інтерактивного зв'язку між геометричними моделями та методами розрахунку та оптимізації зробили суттєву частину вказаного доробку практично не реалізованою.

Сучасні можливості, якими забезпечується якісно новий рівень підходу щодо ПСС, на наш погляд, полягають в наступному:

1. Поява загальносистемних методів: системність розгляду всіх етапів проектування, можливість оптимізації системи, вертикально-інтегрованого розгляду процесу проектування в цілому, гетерогенного об'єднання в системі різних концепцій проектування та підходів.

2. Наявність сучасних інформаційно-технологічних платформ та технологій проектування, в т.ч. вирішення складних задач комп'ютерно-геометричного моделювання, візуалізації тощо.

3. Можливість сучасного переосмислення та технологічної переробки, вдосконалення вищевказаних результатів у галузі геометричного моделювання ПСС, їх екстраполяції в нових інформаційно-технологічних умовах.

4. Системне об'єднання художньо-творчих та інженерних задач в єдиній технології, - задачі архітектурного дизайну та технічного конструювання, архітектурного та геометричного формоутворення тощо.

5. Поява нових теорій та методів розрахунку просторових систем, реалізованих у вигляді спеціальних комп'ютерних технологій проектування.

6. Створення нових різновидів конструктивних рішень на макро- та локальному рівні; поява нових конструкційних матеріалів для конструювання ПСС.

7. Розробка нових інструментальних підходів у галузі геометричного моделювання, які є перспективними для використання в системному вертикально-інтегрованому проектуванні просторових стрижневих систем: дослідження зв'язку фрактальних властивостей решітчастих структур з їх фізичними параметрами, введення до розгляду в задачах оптимізації ПСС категорій структурної надійності системи за умов управління її геометрією, топологією, конструктивною реалізацією тощо.

8. В межах реалізації комп'ютерних технологій проектування: можливість локальних модифікацій, локального варіювання типологічно відмінних різновидів ПСС (переходу від одного типу ПСС до іншого), віртуального опису поведінки системи в різних умовах експлуатації тощо.

Враховуючи неоднорідність задач, що утворюють системне уявлення процесу проектування ПСС, слід також визнати, що процес оптимізації таких систем також має ієрархічний багаторівневий вигляд. Оптимальність ПСС як системи утворюють наступні локальні рівні та задачі, які на них реалізуються (в порядку зростання ієрархії):

**Рівень А.** Рівень моделювання.

A.1. - моделювання та оптимізація геометрії системи в цілому та її формоутворюючих елементів;

A.2. – моделювання топології системи та варіантів її видозмін.

**Рівень В.** Рівень конструювання.

B.1. – оптимізація конструктивного рішення в цілому;

B.2. – оптимізація локальних конструктивних рішень;

B.3. – обґрунтування та вибір оптимальних матеріалів для певного конструктивного рішення.

**Рівень С.** Рівень розрахунків.

C.1. – вибір методів розрахунку НДС, ув'язка методів з задачами та параметрами рівнів А та В.

C.2. оптимізація технологічного супроводження реалізації системи.

**Рівень D.** Системно-імітаційний рівень.

D.1. – вибір варіантів та оптимізація можливих структур системного уявлення ПСС;

D.2. – розробка сценаріїв та моделювання поведінки системи для різних варіантів топології, геометрії, конструктивного рішення, умов експлуатації тощо, включаючи можливі екстраполяційні схеми.

При побудові системного уявлення доцільно також використовувати принципи структурно-параметричного підходу, який дозволяє встановити взаємозв'язки між задачами вищих рівнів системи та параметрами будь-яких її підсистем.

**Аннотация.** В статье сформулированы общие принципы системного подхода к проектированию пространственных структурных систем. Качественно новый уровень обеспечивается рядом системных, вычислительных, конструкционных и других возможностей.

**Abstract.** General principles of the system approach in projecting of Space Structural Constructions are formulated. The new quality level is grounded by some system, computational, constructional and other possibilities.