

УДК 004.925.8;72.012(045)

## ГЕОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ У КОМП'ЮТЕРНОМУ ПРОЕКТУВАННІ В АРХІТЕКТУРІ

Бірілло І.В., к.т.н., докторант \*

*Національний авіаційний університет (НАУ)*

**Анотація** – у статті розглянуто основні положення та переваги комп'ютерного моделювання у архітектурній практиці. Виділення геометричного моделювання, як одного із аспектів архітектурного комп'ютерного проектування та особливостей його використання у архітектурній діяльності.

**Ключові слова** – геометричне моделювання, підготовка архітекторів, комп'ютерне моделювання.

*Постановка проблеми.* На сьогодні ринок інформаційних технологій світу і України зокрема, насичений спеціалізованими програмними засобами для автоматизації окремих етапів проектування будівель і споруд. Кожен з цих програмних засобів має свою модель подання об'єкта будівництва і оперує тими атрибутами елементів моделі, що необхідні для вирішення задач автоматизації певного етапу проектування будівельного об'єкта [1].

Архітектори у ході пошуку досконалих виразних форм будівель і споруд активно використовують можливості інформаційних технологій, залучають весь арсенал сучасних досягнень та художньо-стилістичних рішень. Сучасні інформаційні технології взяли на себе роль визначальних в організації процесів практичної професійної діяльності. Численні комп'ютерні програми по віртуальному моделюванню впливають на процеси проектування форм архітектурних об'єктів, з'являються нові методи і архітектурні форми.

Робіт вітчизняних і зарубіжних авторів, присвячених питанням проектування у сучасній архітектурі, впровадженню інформаційно-технологічних інновацій, дуже мало. Залишаються актуальними питання визначення і реалізації можливостей впровадження сучасних комп'ютерних технологій у процес підготовки майбутніх архітекторів та характер методів, що використовуються в практиці архітектурного проектування на основі комп'ютерних технологій.

*Аналіз останніх досліджень.* Процес проектування нових архітектурних об'єктів, як специфічну діяльність розглянуто в роботах О.Акіна, Кр.Александера, Б.Г.Бархіна, Дж.Джонса та інших.

**\*Науковий консультант - д.т.н., професор Ю.О. Дорошенко**

У них викладено загальну послідовність дій проектувальника, зміст етапів проектного процесу та деякі процедури переформування вихідних даних для створення архітектурних об'єктів.

Інформатизація архітектурної освіти розглянута у дисертаціях Благодиної В.В., Євдокимової Н.О., Нікольського М.В., Рочегової Н.А. Але таких робіт дуже мало. Сьогодні архітектура орієнтована на нову, надпотужну комп'ютерну технологію [2].

*Мета статті* полягає у виділенні геометричного моделювання, як одного із аспектів архітектурного комп'ютерного проектування та особливостей його використання у архітектурній діяльності.

*Основна частина.* Метод архітектурного проектування, яким користується архітектор-практик, прийнято вважати як творчий метод архітектора. Цей метод полягає у комплексному підході до рішення питань проектування. Він застосовується як у навчальному процесі, так і в проектній архітектурній практиці. Сучасна діяльність архітектора нерозривно пов'язана з інформаційно-технологічними засобами і її результат зумовлений характером використовуваного інформаційно-технологічного інструментарію, представленого методами комп'ютерного моделювання архітектурних форм.

Із залученням комп'ютерних засобів і програм архітектор отримує додаткову можливість розширення сфери формотворчості у аспектах складності побудови, варіювання, модифікування, трансформації форм і економії часу на їх проектування.

Узагальнюючи літературні джерела, можна сказати, що комп'ютерне моделювання передбачає такі види: концептуальне моделювання, вербальне моделювання, інформаційне моделювання, графічне моделювання, графоаналітичне моделювання, алгоритмічне моделювання, аналітичне моделювання, імітаційне моделювання. У результаті цього відповідно створюються: концептуальна модель, інформаційна модель, структурно-функціональна модель, математична модель та імітаційна модель.

За способом формування моделі класифікуються на наступні: параметрична модель, воксельна модель, кінематична, модель конструктивної геометрії, гібридна модель і т.п.

Кожну модель можна охарактеризувати за її властивостями. Єдиної структурної класифікації вибудувати неможливо у зв'язку з їх розмаїттям. За В.Л. Усольцевим, наприклад, моделі класифікуються як: дескриптивні (описові) моделі; оптимізаційні моделі; багатокритеріальні моделі; ігрові моделі; імітаційні моделі. Моделі можна поділити на дві групи: абстрактні та графічні [3].

У багатьох випадках процес проектування тісно пов'язан зі зміною форми й розмірів вихідних об'єктів (геометричними параметрами), а для складаних одиниць – із визначенням потрібного

взаємного положення їх компонентів. Геометричне моделювання (ГМ) є одним із аспектів архітектурного проектування. Комп'ютерне ГМ здійснюється програмно-технічними засобами на підставі відповідного математичного забезпечення. У комп'ютерних програмах сімейства САД це реалізовано у їх інтерфейсах за допомогою баз геометричних примітивів, оперування геометричними тілами.

Базові теоретичні відомості та приклади практичної реалізації формоутворення наведено у роботах [4,5]. ГМ полягає у створенні моделі об'єкта, процесу чи явища графічними засобами, що дає змогу за певними критеріями знайти оптимальне рішення. Воно базується на аналітичній та диференціальній геометрії, обчислювальній математиці, варіаційному обчисленні, топології і розробляє свої власні методи моделювання [6].

До методів ГМ входять: аналітичний; графічний; графічний, з використанням засобів комп'ютерної графіки; графоаналітичний методи. Етапами ГМ є: постановка завдання, аналіз вихідних даних; розробка та реалізація алгоритму вирішення поставленого завдання; аналіз отриманих результатів.

Геометричний метод знайшов широке застосування у практиці архітектурного проектування, яке з кожним роком ускладнюється. Для побудови поверхонь використовуються криві, з яких починається геометричний дизайн. У ГМ застосовуються криві, управління якими здійснюється шляхом зміни даних, на основі яких вони побудовані. Криві можуть бути побудовані за допомогою аналітичних функцій, за набором точок, на основі інших кривих і на базі поверхонь.

У сучасних системах геометричного моделювання використовуються три типи геометричних моделей об'єктів: каркасні, поверхневі (полігональні), об'ємні (твердотілі).

Історично першими з'явилися каркасні моделі (wireframe models), до складу яких можуть входити точки та лінії. Головним недоліком даного способу моделювання є невизначеність побудованих об'єктів між елементами каркаса (звідки неточні розрахунки, зокрема, таких характеристик як площа, об'єм, маса, центр тяжіння й т. д.), а перевагою – прості застосовувані математичні залежності та алгоритми, незначні потреби в обчислювальних ресурсах (швидкодії процесора, комп'ютерній пам'яті тощо).

Поверхневі моделі (surface models) більш досконалі, оскільки додатково до точок і ліній містять ще й поверхні. Проте й вони неспроможні ефективно імітувати реальні фізичні тіла та їх властивості.

Об'ємні (твердотільні) моделі (solid models) нині є найпрогресивнішими, бо, з одного боку, певною мірою узагальнюють наведені вище моделі, з іншого – дозволяють достатньо

правдоподібно відтворювати об'єкти. Вони є найхарактернішими для архітектурно-будівельної галузі. Перевагами їх використання є: забезпечення автоматичного видалення прихованих ліній; повне визначення об'ємної форми з можливістю розмежовувати внутрішній і зовнішні області об'єкта; автоматична побудова 3D розрізів компонентів; отримання тонових ефектів та інше.

Нині для твердотільного моделювання найбільш популярним є граничне подання об'єктів (Bounded Representation). Спосіб оперує з твердими тілами у термінах вершин, ребер і граней, що формують замкнений об'єм. При цьому точки, лінії та поверхні становлять геометричну інформацію, а відношення між ними – топологічну. Перевагою методу є зручність модифікації геометричних об'єктів. Замкнена оболонка є структурно-параметричним компонентом у вигляді сукупності кількох поєднаних граней, які містять додаткову інформацію стосовно зв'язків із сусідніми елементами.

При роботі над проектами архітектори все частіше використовують методи параметричного проектування. За допомогою них описують будь-яку по складності статичну форму об'єкта. У результаті параметричного проектування створюється математична модель об'єктів з параметрами, при зміні яких відбуваються зміни конфігурації деталі, форма, взаємні переміщення деталей в збірці і т. п. У багатьох програмних пакетах сьогодні існують можливості роботи з різними мережами і їх параметрами.

Основою сьогоденного параметричного проектування є BIM технології (Building Information Modeling). При використанні таких систем, будівлі, що проектуються створюються відразу у вигляді моделей, які утримують інформацію про всі характеристики проекту, включаючи матеріали, види робіт і т.п. Архітектори, конструктори, проектувальники працюють над однією і тією ж самою моделлю, але їх дії взаємопов'язані, усі працюють одночасно, можуть бачити результати один одного, підлаштовуватися під кожного, а зміни автоматично розповсюджуються по комплексному проекту у цілому. Зараз ця концепція реалізована в програмних продуктах Allplan від Nemetschek AG та Revit Building Autodesk Inc.

Форма може змінюватися у деякому послідовному процесі, за алгоритмом. При використанні алгоритмічних методів, створюється трансформаційна модель того, що дає параметричне моделювання. Алгоритм є фундаментальним методом по обробці інформації.

Оскільки ГМ ґрунтується на геометричних моделях певного виду й призначення, то розробка нових методів і засобів цілеспрямованого створення геометричних моделей об'єктів завжди були і будуть одними із пріоритетних напрямків досліджень геометричного спрямування. Переорієнтація архітектурного

проектування на тривимірну геометричну модель, електронним втіленням якої стає BIM модель будівлі та її складових є основою сучасної практики комплексного розв'язання архітектурних завдань.

Впровадження у навчальний процес підготовки майбутніх архітекторів у НАУ дисципліни "Геометричне моделювання в архітектурному дизайні" сприяє підвищенню фахово-інформатичної підготовки майбутніх архітекторів. У результаті вивчення дисципліни (таблиця 1) студенти-архітектори ознайомлюються з сучасними комп'ютерними графічно-інформаційними технологіями та опановують методи і інструментальні програмні засоби ГМ стосовно архітектурного дизайну. При цьому основою ГМ виступає теорія параметризації та методологічний і математичний апарат прикладної геометрії, а інтегральною метою навчання визначено розвиток логічного і алгоритмічного мислення майбутнього архітектора.

Таблиця 1.

Дисципліна "Геометричне моделювання в архітектурному дизайні" (згідно з навчальним планом) у НАУ

Найменування дисципліни	Семестр	Загальна кількість годин/кредит	Лекції	Лабораторні (практичні) заняття	Самостійна робота	Практичні навички
Геометричне моделювання в архітектурному дизайні	10	144/4		48	96	AutoCAD Allplan

Це забезпечує формування компетентного фахівця, підготовленого для здійснення професійної діяльності із застосуванням комп'ютерних засобів та інформатичних технологій.

*Висновки.* Сучасна практика вирішення завдань архітектури та містобудування потребує й характеризується високим рівнем застосування методів геометричного моделювання. Формування нових складних геометричних моделей повинно відповідати сучасним потребам проектування архітектурних поверхонь в умовах сучасних інтегрованих інформаційних технологій. Удосконалення методології застосування ГМ при вирішенні архітектурних завдань дозволить отримувати більш досконалі комп'ютерні моделі складних об'єктів у процесі формоутворення.

### Література

1. Бородавка Є.В. Цифрова модель об'єкта як засіб інтеграції архітектурно-будівельних програмних комплексів / Є.В.Бородавка // Східноєвропейський журнал передових технологій. – 2006. – №2/2(20). – С. 1-4.

2. Добрицина И.А. «От постмодернизма- к нелинейной архитектуре»– М.: Прогресс-традиция, 2004. - 415 с.
3. Михайленко А.В. Основы комп'ютерного моделювання для архітекторів. Практикум з комп'ютерної техніки: навчальний посібник для студ. усіх спец. напряму підготовки 6.060102 "Архітектура" / А.В. Михайленко. –К.: КНУБА, 2011.– 132 с.
4. Ванін В.В. Структурно-параметричне геометричне моделювання як засіб інтеграції процесів проектування та виробництва об'єктів машинобудування: дис. ... канд. техн. наук: спец. 05.01.01 "Прикладна геометрія, інженерна графіка" / Ванін В.В. – К.: КНУБА, 2008. – 153 с.
5. Вірченко Г.А. Параметричне моделювання деталей і складальних одиниць у системі CADD5 / Вірченко Г.А. // Прикладна геометрія та інженерна графіка. – Вип. 79. – К.: КНУБА, 2008. – С. 164-170.
6. Голованов Н.Н. Геометрическое моделирование: учебник для учреждений высш. проф. образования / Голованов Н.Н. – М.: Издательский центр «Академия», 2011. – 272 с.

## **ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В КОМПЬЮТЕРНОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ В АРХИТЕКТУРЕ**

И.В. Бирилло

*Аннотация* - в статье рассмотрены основные положения и преимущества компьютерного моделирования в архитектурной практике. Выделение геометрического моделирования, как одного из аспектов архитектурного компьютерного проектирования и особенностей его использования в архитектурной деятельности.

*Ключевые слова* - геометрическое моделирование, подготовка архитекторов, компьютерное моделирование.

## ***GEOMETRIC MODELING IN COMPUTER DESIGNING IN ARCHITECTURE***

I. Birillo

*Summary* - In article substantive provisions and benefits of computer simulation in the architectural practice. Isolation of geometric modeling as one of the architectural aspects of computer-aided design and features of its use in architectural activity.

*Key words* - geometric modeling, preparation of architects, computer simulation.