

УДК 004.925.8;72.012(045)

ГЕОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ У КОМП'ЮТЕРНОМУ ПРОЕКТУВАННІ В АРХІТЕКТУРІ

Бірілло І.В., к.т.н.*

Національний авіаційний університет (НАУ)

Тел. 067-449-01-61

Анотація – у статті розглянуто основні положення та переваги комп'ютерного моделювання у архітектурній практиці. Детально розглянуто геометричне моделювання, як один із аспектів архітектурного комп'ютерного проектування та особливості 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

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

архітектурних об'єктів, як специфічну діяльність розглянуто в роботах О.Акіна, Кр.Александера, Б.Г.Бархіна, Дж.Джонса та інших.

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].

Формулювання цілей статті. Ціль 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 використовуюваного 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 ВІМ 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» / И.А. Добрицина – М.: Прогресс-традиция, 2004. – 415 с.
 3. *Михайленко А.В.* Основи 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: 05.01.01 / В.В. Ванін – К.: КНУБА, 2008. – 153 с.
 5. *Вірченко Г.А.* Параметричне моделювання деталей і складальних одиниць у системі CADD5 / Г.А. Вірченко // 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 / Н.Н. Голованов – 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. Детально рассмотрено геометрическое моделирование, как один из аспектов архитектурного компьютерного проектирования и особенности его использования в архитектурной деятельности.

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.