

Баакрім Ахмед Реда, магістрант гр. БУД-16-1мд  
Банах А. В., доц., к.т.н. – науковий керівник

## **СУЧАСНИЙ ІНСТРУМЕНТАРІЙ ВІМ-ТЕХНОЛОГІЙ**

*Запорізька державна інженерна академія, кафедра МБГ*

Поширеним методом створення узагальненої інформаційної моделі будівлі, заснованої на ВІМ-технологіях (моделі 2D...5D) є параметричне моделювання (або просто параметризація), в основі якого лежить створення моделі з використанням параметрів її елементів та співвідношень між цими параметрами. У всіх програмних комплексах, задіяних в конкретному проекті, існує свої варіанти моделей. Для зберігання параметрів елементів моделей формується база даних, яка містить: геометричні параметри об'єктів (розміри, об'єм тощо); фізичні параметри об'єктів (маса, матеріал, фізичні константи тощо); призначені параметри об'єктів (назва, розріз, маркування, нормативні документи тощо) [1].

На практиці застосовується різні методи параметризації, але загальноприйнятого рішення по їх використанню до сих пір немає. Найбільш поширеними є геометричний, табличний, ієрархічний та варіаційний методи [2].

Таблична параметризація полягає у створенні таблиці параметрів типових елементів. Створення нового екземпляра елемента проводиться шляхом вибору з таблиці. Можливості табличної параметризації досить обмежені, оскільки практично відсутнє задання нових значень параметрів. Однак саме вона найбільш широко застосовується в усіх параметричних інформаційних системах автоматизованого проектування, оскільки дозволяє істотно спростити та прискорити створення бібліотек стандартних і типових елементів, а також застосування їх в процесі моделювання.

В процесі ієрархічної параметризації – параметризації на основі історії побудов, – формується «дерево побудов» усіх елементів моделі з їх деталізацією (група елементів – елемент). Параметризація на основі історії побудов присутня в усіх інформаційних системах, які використовують тривимірне параметричне моделювання. Досить часто такий тип параметричного моделювання поєднується з варіаційним та / або геометричним.

Варіаційна або розмірна параметризація базується на побудові ескізів (з накладенням на об'єкти ескізу різних параметричних зв'язків) і накладення користувачем обмежень у вигляді системи рівнянь, що визначають залежності між параметрами. Варіаційна параметризація дозволяє легко змінювати елементи або величину параметрів операцій, що дозволяє зручно модифікувати тривимірну модель.

Геометрична параметризація – параметричне моделювання, при якому геометрія кожного параметричного об'єкта перераховується в залежності від положення первісних об'єктів, його параметрів та змінних. Така параметризація складається з елементів побудови та елементів зображення. Елементи побудова (конструкторські лінії) задають параметричні зв'язки. До елементів зображення належать лінії зображення (якими обводяться конструкторські лінії), а також елементи оформлення (розміри, написи, штриховки тощо). Геометрична параметризація дозволяє більш гнучко редагувати моделі. Якщо треба відкоригувати модель, то в геометрії моделі не обов'язково видаляти вихідні лінії побудови (це може привести до втрати асоціативних взаємозв'язків між елементами моделі), – можна провести нову лінію побудови та перенести на неї лінію зображення.

На практиці перелічені методи застосовуються або по одному, або комбінуються в різних варіантах.

У ВІМ-технологіях параметрична модель об'єднує 3D-модель будівлі та зовнішні дані. Модель коректно оновлюється при зміні її окремих елементів. На підставі такої моделі формується вся робоча документація. Всі елементи моделі пов'язані між собою залежностями. При зміні моделі документація оновлюється автоматично. Використання ВІМ означає роботу безпосередньо з моделлю будівлі в будь-якому вигляді – це можуть бути

плани поверхів, розрізи або навіть поле в специфікації. Якщо потрібно ввести зміни в модель, то інженер може скористатися будь-яким видом. Всі види синхронізовані між собою та оновлюються автоматично. В цьому і полягає унікальність технології [3].

Математична модель параметричного моделювання узагальненої інформаційної моделі об'єкта будівництва, визначається множиною компонентів  $M_i$  і множиною моделей проектних рішень  $\{D_{sol-1}, \dots, D_{sol-n}\}$ :

$$M_i = \langle S, P, Vr, C, R, Pr, cf \rangle,$$

де  $S$  – набір елементів структури  $\{S_1, \dots, S_n\}$ ;

$P$  – набір параметрів  $\{P_1, \dots, P_n\}$ ;

$Vr$  – набір значень параметрів  $\{V_1, \dots, V_n\}$ , де  $V_i = \{v_{i1}, \dots, v_{in}\}$  – набір значень кожного параметра;

$C$  – набір обмежень на значення  $\{c_1, \dots, c_n\}$ ;

$R$  – набір вимог, що пред'являються до моделі  $\{r_1, \dots, r_n\}$ ;

$Pr$  – набір переваг  $\{Pr_i, \dots, Pr_j\}$ ;

$cf$  – глобальна вартісна функція.

Елемент структури  $S_i$  визначає примітивний елемент моделі. Параметр  $P_i$  – характеристика  $i$ -го елемента структури. Кожен параметр пов'язаний з діапазоном значень  $V_i$ , визначеним множиною величин, що присвоюються в  $P_i$ . Існує  $m$  можливих значень для параметра та  $n$  параметрів. Розмір простору проектування  $N = m \cdot n$ . Значення функціонально-залежних параметрів однозначно визначені функціональними залежностями або вимогами.

Функціонально-незалежні параметри називаються ключовими, а їх значення визначаються ступенями свободи в процесі проектування, тобто дійсним розміром простору проектування. Обмеження  $C_i$  визначають умови, які не мають порушуватись в об'єкті. Вимогам  $R_i$  повинно задовільнити рішення системи. Переваги  $Pr_i$  описують знання задачі, які класифікують моделі проектування у відповідності з деякою точкою зору. Глобальна вартісна функція  $cf$  є критерієм ступеню досягнення кінцевого стану. Величина вартісної функції моделями проектування, тому для будь-яких двох моделей вона буде оцінюватись порівнянням їх вартостей. Для множини проектних рішень виконується правило, що проектне рішення  $D_{sol-t}$  – оптимальне, якщо воно є рішенням, і не існує ніякого іншого рішення  $D_{sol-j}$ , при якому  $cf(D_{sol-j}) < cf(D_{sol-t})$ .

На даний момент інформаційні системи з можливістю параметричного проектування являють собою найбільш потужний засіб моделювання. Незважаючи на те, що в окремих реалізаціях методу параметричного проектування є певні недоліки, в цілому його використання значно спрощує і прискорює процес створення проекту, а отже, знижує вартість кінцевого продукту.

## ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Чуприна Х. М. Інтегрована єдина енергетична модель будівлі : [текст] / Чуприна Х. М. // Управління розвитком складних систем. – К.: КНУБА, 2014. – Вип. 17. – С. 125-131.

2. Барабаш М. С. Информационные технологии интеграции на основе программного комплекса САПФИР : монографія / М. С. Барабаш, В. В. Бойченко, О. И. Палиенко. – К.: Сталь, 2012. – 485 с.

3. Барабаш М. С. Компьютерное моделирование процессов жизненного цикла объектов строительства : монографія / М. С. Барабаш. – К.: Сталь, 2014. – 301 с.

