

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПРОЕКТУВАННЯ

УДК 004:728

¹Є.В. Бородавка, ²С.Л. Печенов

¹Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ

²Державне підприємство «Державний науково-дослідний інститут автоматизованих систем у будівництві», Київ

МЕТОДИ ОЦІНКИ КОРЕКТНОСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ІНТЕГРАЦІЇ САПР БУДІВЕЛЬ І СПОРУД НА ОСНОВІ КОМПЛЕКСНОЇ ЦИФРОВОЇ МОДЕЛІ ОБ'ЄКТА

Розглянуто методи оцінки коректності та ефективності реалізації інформаційної технології інтеграції САПР будівель і споруд на основі комплексної цифрової моделі об'єкта. Запропоновано методи, що дозволяють визначити економічну доцільність та ефективність використання інформаційної технології інтеграції САПР будівель і споруд на основі комплексної цифрової моделі об'єкта в конкретній проектній організації. Виведено цільовий вираз та обмеження для проведення оцінювання розглянутими методами

Ключові слова: інформаційна технологія інтеграції, комплексна цифрова модель об'єкта, цільова функція, інформаційний об'єкт, економічний ефект, обмеження

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. Інтеграція між згаданими програмними засобами здебільшого забезпечується шляхом обміну файлами експорту/імпорту [4].

На сучасному етапі розвитку засобів автоматизації проектування будівель і споруд провідною концепцією стає наступна: дані створюються один раз, а потім при необхідності змінюються або оновлюються, але ніколи не вводяться заново вручну. При цьому використовуються технології обміну і сумісного управління даними для інтеграції всіх учасників проекту, що дозволяє зменшити дублювання даних та людські зусилля [3].

Актуальною проблемою розробників і користувачів архітектурно-будівельних програмних комплексів (АБПК) є досягнення належного рівня інтеграції спеціалізованих застосувань шляхом створення таких технологій їх взаємодії, які б забезпечували можливість сумісного використання і обміну даними в уніфікованих форматах, відмінних від тих, що були використані на етапі створення самих застосувань. Перспективним напрямом

вирішення проблеми інтеграції спеціалізованих АБПК є використання інформаційної технології інтеграції (ІТІ) на основі комплексної цифрової моделі об'єкта (ЦМО), яка містить опис об'єкта будівництва на основних етапах його життєвого циклу (проектування, будівництво, експлуатація і модернізація тощо) [7].

Аналіз останніх досліджень і публікацій

На сьогодні в Україні практично відсутні наукові дослідження з розробки та практичної реалізації уніфікованих моделей, методів та технологій інтеграції засобів САПР. Нижче розглянуті основні роботи, що проведені в цьому напрямку.

У роботах [1,2] описана концепція проектування об'єктів будівництва на основі цифрової моделі об'єкта (ЦМО). ЦМО інтерпретується як «Віртуальна будівля» — модель, що відповідає реальній будівлі, але існує тільки в пам'яті комп'ютера. Ця модель є комплексною і містить в собі всю необхідну інформацію про об'єкт будівництва.

У роботі [3] проведено дослідження можливих способів організації ЦМО і доведено доцільність створення єдиної уніфікованої ЦМО. В цій роботі розроблена узагальнена схема взаємодії АБПК на основі єдиної ЦМО, виділені дві основні задачі розробки ЦМО, але не проведена їх декомпозиція. Також подана загальна логічна модель даних ЦМО без конкретизації самої структури даних.

У праці [4] проведено декомпозицію цілей розробки уніфікованої ЦМО та виділено два основні напрями її проектування. Також там запропоновано логічну та фізичну реалізації структури даних ЦМО і нормативної бази даних (НБД) як необхідної інформаційної складової уніфікованої моделі.

У праці [5] розглянуто узагальнену реалізацію моделей та методів інформаційної інтеграції САПР будівель і споруд на основі комплексної ЦМО.

У роботі [6] запропоновано один із варіантів реалізації процесу проектування будівлі з використанням уніфікованої ЦМО. Розглянуто архітектуру програмних засобів, що входять до складу ЦМО та їх функціональну модель.

У роботі [7] розроблено формальну модель уніфікованої ЦМО як обробної системи, наведено узагальнену схему взаємодії компонентів моделі та приклад її практичного використання для інтеграції спеціалізованих АБПК у складі інтегрованої технологічної лінії проектування (ІТЛП) будівель.

Постановка завдання

Глобальною метою роботи є дослідження, розробка та практична реалізація моделей і засобів уніфікації даних АБПК, що отримані на різних етапах проектування будівель і споруд для забезпечення максимально можливого рівня їх інтеграції на основі комплексної ЦМО. Створення базових об'єктно-орієнтованих розширюваних моделей ЦМО та інформаційної технології інтеграції (ІТІ) спеціалізованих АБПК і Computer-Aided Design (CAD) систем на їх основі, повинно ґрунтуватися на основних загальносистемних принципах створення САПР, як складної організаційної, технічної та програмної системи (включення, системної єдності, розвитку, комплексності, інформаційної єдності, сумісності та інваріантності), та з урахуванням галузевих особливостей – архітектурно-будівельного проектування.

У даній роботі запропоновано методи оцінки коректності та ефективності створення і використання ІТІ САПР будівель і споруд на основі комплексної ЦМО, що була розглянута в попередніх публікаціях [3-7].

Виклад основного матеріалу дослідження

Оскільки інформаційна технологія інтеграції САПР будівель і споруд на основі комплексної ЦМО покликана вирішити ряд проблем, що виникають в сучасному проектуванні будинків і управлінні їх будівництвом, то її реалізація повинна забезпечувати ряд умов, необхідних для максимальної ефективності впровадження даної ІТІ.

Будь-яка реалізація комплексної ЦМО, що може бути використана в ІТІ САПР будівель і

споруд, для початку повинна задовольняти двом основним вимогам: максимально можливого ступеня наповнюваності інформацією та мінімально можливого часу наповнення та використання інформації комплексної ЦМО. Обидві ці умови можна подати у вигляді простих цільових функцій.

Перша умова стосується можливості наповнення комплексної ЦМО різномірною інформацією про будівлю та її складові на різних етапах проектування:

$$V(\text{ЦМО}) + E(\text{ЦМО}) \rightarrow \max, \quad (1)$$

де $V(\text{ЦМО})$ – ступінь покриття інформації, що міститься в ЦМО, у порівнянні з інформацією, яка подана в моделях спеціалізованих АБПК і САД-систем на кожному етапі проектування і управління;

$E(\text{ЦМО})$ – кількість типів елементів (об'єктів), якими здатна оперувати ЦМО.

Друга умова стосується швидкості роботи самої комплексної ЦМО, як при внесенні даних в неї, так і при отриманні даних із неї:

$$T_w(\text{ЦМО}) + T_r(\text{ЦМО}) \rightarrow \min, \quad (2)$$

де $T_w(\text{ЦМО})$ – час необхідний для внесення інформації про об'єкт будівництва в ЦМО;

$T_r(\text{ЦМО})$ – час необхідний для отримання всієї інформації із ЦМО для подання її в будь-якому іншому вигляді (плани, тривимірна модель, специфікації і т. д.).

Для оцінки економічної доцільності створення ІТІ на основі комплексної ЦМО в конкретній проектній організації необхідно вивести спеціалізовану цільову функцію.

Нехай деяка проектна організація повинна реалізувати множину функцій на основі комплексної ЦМО:

$$F = \{f_j\}, j = \overline{1, n}. \quad (3)$$

Для кожної функції f_j , необхідно мати деяку інформацію, що необхідна для її реалізації:

$$K^j = \{k_i\}, i = \overline{1, n_j}. \quad (4)$$

В результаті реалізації кожної функції буде вирішена деяка задача в проектуванні, економічний ефект від якої можна виразити значенням:

$$e(f_j(K^j)). \quad (5)$$

Щоб реалізувати кожну функцію, необхідно затратити на це деякі ресурси, що можна позначити наступною формулою:

$$S(f_j(K^j)). \quad (6)$$

Також необхідно здійснити деякі затрати на отримання самої інформації. Ці затрати позначимо $s(k_i)$.

Для уточнення всіх затрат необхідно ввести поняття важливості кожного інформаційного об'єкту $v(k_i)$:

$$v(k_i) = \sum K^j \cdot \text{ist}(K^j / k_i), \quad (7)$$

$$\text{де } \text{ist}(K^j/k_i) = \begin{cases} 1, k_i \in K^j \\ 0, k_i \notin K^j \end{cases}. \quad (8)$$

Тоді економічний ефект від реалізації кожної функції можна обрахувати за наступною формулою:

$$e(k_i) = \frac{\sum_{f_j(K^j), k_i \in K^j} e(f_j(K^j))}{v(k_i)} - \frac{\sum_{f_j(K^j), k_i \in K^j} e(f_j(K^j \cap \bar{k}_i))}{v(k_i) - 1}. \quad (9)$$

Щоб оцінити витрати і переваги формування комплексної ЦМО, пропонується використати наступну цільову функцію:

$$\Phi(K) = \sum_{k_i \in K^j} (e(k_i) - s(k_i)) - \sum_{f_j \in F^*} S(f_j(K^j)) \rightarrow \max, \quad (10)$$

де F^* – підмножина функцій, які реалізуються в автоматизованій системі проектувальних робіт.

Підставивши (9) в (10), отримаємо наступну цільову функцію:

$$\Phi(K) = \sum_{k_i \in K^j} \left(\frac{\sum_{f_j(K^j), k_i \in K^j} e(f_j(K^j))}{v(k_i)} - \frac{\sum_{f_j(K^j), k_i \in K^j} e(f_j(K^j \cap \bar{k}_i))}{v(k_i) - 1} - s(k_i) \right) \quad (11)$$

$$\sum_{f_j \in F^*} S(f_j(K^j)) \rightarrow \max$$

при обмеженнях:

$$F; K; \sum_{k_i \in K^j} (k_i) + \sum_{f_j \in F^*} S(f_j(K^j)) \leq S_{\max}.$$

Цільове завдання формується наступним чином: у сукупності елементів комплексної ЦМО відібрати ті, використання яких в задачах автоматизованого проектування максимізує цільовий вираз (11).

Висновки

Розглянуто методи оцінки коректності та ефективності реалізації ІТІ САПР будівель і споруд на основі комплексної ЦМО. Запропоновано методи дозволяють визначити ступінь технологічної та економічної ефективності розробки та використання ІТІ САПР будівель і споруд на основі комплексної ЦМО в конкретній проектній організації. Використання запропонованих методів дозволить керівництву проектних організацій приймати рішення про доцільність та можливість впровадження створеної ІТІ САПР будівель і споруд.

Перспективними є подальші дослідження в цьому напрямку, зокрема розширення застосування моделі для специфічних споруд, а також розробка нових інструментальних програмних засобів для забезпечення якомога тіснішої інтеграції

програмних засобів, особливо тих, що використовуються на грані стику САПР та АСУ. Одним із прикладів такої реалізації є технологія іBMS (Information Building Management System), що основана на концепції ВІМ (Building Integration Model). Концепція ВІМ фактично є однією з реалізацій комплексної ЦМО. А технологія іBMS є логічним розвитком ІТЛП КАЛІПСО [5-7].

Список літератури

1. Барабаш М.С. Технологія автоматизованого проектування з використанням цифрової моделі об'єкту / М. С. Барабаш, О. С. Городецький // 36. Науковий вісник будівництва. — вип. 20. — Харків: ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 2002. — С. 179-186.
2. Барабаш М.С. Нова концепція автоматизації проектування об'єктів будівництва на основі цифрової моделі / М. С. Барабаш, С. Д. Коба // Будівництво України. — 2004. — № 5. — С. 31-34.
3. Бородавка Є.В. Логічна і фізична організація структури даних цифрової моделі об'єкта. Концептуальна модель ЦМО / Є.В.Бородавка // Східноєвропейський журнал передових технологій. — 2006. — №3/3(21). — С. 47-49.
4. 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.
5. Бородавка Є.В. Моделі та засоби інформаційної інтеграції систем проектування будівель і споруд / Є.В.Бородавка // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. — 2009. — №6(136). — С. 255-259.
6. Городецький О.С. Засоби підтримки процесу проектування будівель і споруд з використанням уніфікованої цифрової моделі об'єкта / О.С. Городецький, Є.В. Бородавка // Будівництво України. — 2007. — №4. — С. 36-39.
7. Демченко В.В. Формальний опис і практичне використання уніфікованої цифрової моделі об'єкта будівництва / В.В. Демченко, Є.В. Бородавка // Східноєвропейський журнал передових технологій. — 2007. — №2/2(26). — С. 64-69.

Стаття надійшла до редколегії: 29.04.2010

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.М. Міхайленко, Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ.