

ВІДГУК

офіційного опонента
доктора технічних наук, професора Лантуха-Ляценка А.І.

на дисертаційну роботу

Бородавки Євгенія Володимировича

на тему: «**Методологія створення інформаційної технології автоматизації життєвого циклу будівельних об'єктів**», яка подана на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.13.06 – інформаційні технології.

Структура роботи. Робота складається із вступу, 5 розділів, висновків, списку використаних джерел (171) та 5 додатків. Робота викладена на 295 сторінках, у тому числі 111 рисунків та 25 таблиць.

Актуальність роботи не викликає сумнівів. Дослідження присвячене новій парадигмі інформаційних технологій в будівництві – концепції BIM (Building Information Modeling) - інформаційному моделюванню будівель. Ця проблема має розглядатися в державі, як соціально-економічна, що потребує постійного наукового супроводу. Теоретичні здобутки на цьому шляху мають значний соціально-економічний ефект, послужать оптимізації термінів проектування і будівництва, підвищать технічні характеристики об'єктів, збільшать їх довговічність, і будуть з вдячністю сприйматися суспільством.

Зв'язок роботи з науковими програмами, темами. Робота виконувалася в Київському національному університеті будівництва і архітектури в рамках наукових держбюджетних тем: «Впровадження сучасних інтернет-технологій в роботу органів виконавчої влади. Розроблення та створення системи "Прозорий бюджет"» (номер державної реєстрації – 0111U007013); «Система проактивного управління якістю навчального процесу» (№ державної реєстрації 0114U004596).

Об'єкт і мета дослідження. Об'єктом дослідження, в представленій до захисту роботі, є процес створення інформаційних технологій автоматизації основних етапів життєвого циклу будівельних об'єктів. Серед великої кількості задач, поставлених автором, головними, на думку опонента, є такі:

– дослідження сучасних засобів САПР моделей якими вони оперують та їх класифікація;

– визначення основних вимог до уніфікованих розширюваних інформаційних технологій автоматизації, що охоплюють увесь життєвий цикл будівельного об'єкта;

– аналіз та класифікація типів будівельних елементів та способів їх подання на кожному з етапів життєвого циклу будівлі;

- розробка методів розширення ядра моделі будівельного об'єкта на основі модульного принципу;
- створення концептуальної моделі структури даних для опису будівельного об'єкта на всіх етапах його життєвого циклу;
- дослідження та аналіз основних методів оптимізації структур збереження даних;
- оцінка ефективності розробленого прототипу інформаційної технології за пропонованою методологією.

Основні наукові результати та їх новизна. Основними науковими результатами досліджень, які виносяться на захист є:

- запропонована автором класифікація засобів автоматизації, що використовуються в процесі будівництва;
- створена автором узагальнена модель засобів автоматизації будівельних об'єктів;
- розроблена автором модель уніфікованої розширюваної інформаційної технології автоматизації життєвого циклу будівельного об'єкта;
- створене автором ядро моделі будівельного об'єкта на основі базового набору графічних примітивів та атрибутів;
- запропонований автором метод бінарного пакування інформації для оптимізації формування і використання баз даних;
- створена автором модифікація R-дерева для оптимізації індексації об'єктів.

Розроблені автором дисертації, моделі та методологія мають всі ознаки новизни, своєчасно опубліковані, прийняті як нові в наукових колах.

Практичне значення отриманих результатів полягає в тому, що на основі запропонованих моделей та методології розроблюються ефективні системи та засоби для забезпечення автоматизованого проектування, управління та наукового супроводу об'єктів будівництва. Оскільки методологія універсальна, то результати роботи можуть бути адаптовані в різних сферах промислового і цивільного будівництва: промислових споруд, заводів, машинобудування, та інших галузях промисловості.

Проведені дослідження та розроблена в дисертації методологія знайшли застосування в процесі розробки інтегрованих систем проектування та управління в будівництві: зокрема розроблена методологія створення ІТАЖЦБО отримала застосування в програмних розробках ТОВ «АДА», а також використовується в навчальному процесі КНУБА, що підтверджено довідками та актами впровадження.

Публікації за темою дисертації. Основні результати роботи викладені в 25 друкованих працях, з них – 21 стаття у фахових виданнях, серед яких, 8 – іноземних публікацій; 3 тез доповідей на міжнародних конференціях; 1 – науково-навчальний посібник.

Апробація. Дисертаційна робота має достатню апробацію. Автор доповідав результати досліджень на 4 міжнародних науково технічних конференціях України та ОАЕ, а також 5 конференціях КНУБА.

Зміст автореферату відображає основні положення дисертації.

ЗАУВАЖЕННЯ

Зауваження до вступу.

1. Опонент вбачає деяку некоректність в назві роботи. Поняття *«автоматизації життєвого циклу будівельних об'єктів»* тут не визначено і, очевидно, не співпадає з усталеним, загальноприйнятим визначенням самого терміну *«життєвий цикл»*.
2. Вважаю, що на виконання мети дослідження сформульовано надто велику кількість задач (15 п.п.). Зменшення задач до 7 - 8 було би тільки на користь формулювання мети.
3. Задача *«дослідження етапів життєвого циклу будівельного об'єкта»* не корелює з проголошеною метою дослідження.

Перший розділ "Аналіз принципів побудови існуючих архітектурно-будівельних САПР та їх способів подання моделі будівельного об'єкта" дисертації присвячений аналізу принципів побудови сучасних САПР та способів подання моделей будівельного об'єкта, що використовуються в них. В цьому розділі автор проводить аналіз існуючих класифікацій архітектурно-будівельних програмних комплексів та систем автоматизованого проектування. За результатами аналізу автор пропонує свій власний варіант класифікації, що заснований на функціональному призначенні програмних комплексів.

Центральне місце дослідження розділу 1 займає аналіз визначення типів моделей, що використовуються на різних етапах життєвого циклу будівельних об'єктів та встановлює їх взаємозв'язки. Автор запропонував доповнити класичну модель будівлі M_{4D} додатковими кошторисно-фінансовими параметрами і отримати модель M_{5D}.

Тут пропонується класифікація типів інформації, що використовується в різних моделях будівельного об'єкта на різних етапах його життєвого циклу та пропонує їх декомпозицію.

В розділі 1 автором проведено дослідження існуючих архітектурно-будівельних програмних комплексів та систем автоматизованого проектування, аналізуються типи моделей, що ними підтримуються..

Дослідження розділу 1 дозволили автору сформулювати основні вимоги до універсальної розширюваної інформаційної технології автоматизації життєвого циклу будівельного об'єкта та пропонує її модель.

ЗАУВАЖЕННЯ

Зауваження до розділу 1

4. Опонент вважав би за необхідне мати підрозділ «Терміни і визначення», тим більше що в роботі зустрічається немало таких екзотичних термінів, як наприклад, *«онтологічні методи дослідження»*, *метаінформація*
5. Протягом всього розділу 1 неодноразово декларується, що проведене дослідження інформаційних моделей стосується всіх етапів життєвого циклу, тоді як предмет дослідження автор досить коректно обмежує сферою: *«сучасні засоби автоматизації проектувальних робіт в будівництві та сучасні засоби автоматизації управління будівництвом об'єктів, а також їх моделі подання даних»*
6. Розділ 1 містить детальний аналіз принципів побудови існуючих архітектурно-будівельних САПР проте **аналіз досліджень з проблеми майже відсутній**.
7. Опонент вважає, що недостатньо повно виконано аналіз англійських публікацій.
8. В класифікації інформації (рис. 1.8) опонент вважав би за потрібне виділити окремий блок інформації: «довідкова». Заслуговує також на увагу методологія автоматизованої передачі інформації з блоку «довідкова» в блок «параметрична».

Другий розділ "Створення ядра моделі будівельного об'єкта та методів його розширювання" дисертації присвячений вирішенню задачі створення ядра моделі будівельного об'єкта та способів його розширення. Виконується аналіз підходів формалізації опису будівельних елементів. Аналізуються їх можливі варіанти модифікацій та геометрична інтерпретація. За результатами аналізу, автором зроблено висновок, що елементи одного типу можуть мати зовсім різну геометричну інтерпретацію. Пропонує взяти за основу класифікації будівельних елементів їх геометричною інтерпретацію. Такий підхід, на думку автора, дозволить уніфікувати програмні засоби для обробки моделей будівельних елементів.

Дослідження розділу 2 дозволили автору розробити геометричні примітивів, що використовуються для опису моделей будівельних елементів та структуру даних для їх зберігання.

В рамках розділу 2 автор досліджує типи топологічних зв'язків між елементами будівлі та виділяє три їх типи: включення, групування та посилення, що дозволить повністю описати будь-який будівельний елемент на основі базових графічних примітивів без використання складних геометричних структур.

Запропонована інформаційна модель елемента має уніфікований опис оснований на геометричній інтерпретації. Розширення базового набору будівельних елементів пропонується виконувати за модульним принципом..

Зауваження до розділу 2

9. В п.п. «2.1.1. Фундамент» не розглядається такий досить розповсюджений тип як фундамент опускної системи – опускний колодязь або циліндрична оболонка.

10. В цьому ж п.п. автор наводить тип фундаментів «суцільні». Зауважимо, що для фундаментів такого типу усталеною назвою є «масивні».

11. На думку опонента, в автоматизованій системі нелогічно мати графічні примітиви для зображення тривимірної моделі будівельного об'єкта і двовимірної. Двовимірна може розглядатися як окремий випадок тривимірної моделі.

В третьому розділі "Інформаційна модель розширюваної структури даних про будівельний об'єкт та методи її оптимізації" автор наводить інформаційну модель розширюваної структури даних про будівельний об'єкт та аналізує методи її оптимізації. Розроблена концепція інформаційної моделі структури даних, що описує будівельний об'єкт на окремих етапах його життєвого циклу та проведена її декомпозиція на складові моделі за типами інформації, що вони описують: базова, геометрична, атрибутивна, топологічна та інваріантна.

В рамках розділу 3 автор проводить аналіз та порівняння основних методів оптимізації структур даних з метою визначення оптимальних підходів з точки зору швидкості доступу до даних та простоти імплементації. Оскільки реалізація автоматизованої системи має бути об'єктно-орієнтованою, то і модель структури даних повинна бути оптимізована під збереження ієрархії об'єктів та їх зв'язків. Для цього автор розглядає різні моделі об'єктно-реляційного відображення (O/RM), їх переваги та недоліки. Зазначає критерії за якими оптимізується використання кожного з підходів. Логічним продовженням розвитку обраного підходу об'єктно-реляційного відображення (O/RM) є розробка методу бінарного пакування даних.

Запропонований підхід дозволяє оптимізувати обсяги даних, що необхідно зберігати, а також збільшити швидкість доступу до даних і забезпечити їх автоматичне шифрування.

Зауваження до розділу 3

12. Введення в концептуальну модель структури даних «базового типу інформації» (стор. 94) додатково до прийнятих в розділі 2 чотирьох типів інформації, на думку опонента є зайвим. Адже в розділі 2 показано, що введені чотири типи інформації повністю охоплюють потребу у вхідних даних. Такий блок був би більш доречним як певний процесор попередньої обробки даних.

13. Оптимізація моделі структури даних в розділі 3 втрачає сенс через некоректне формулювання задачі. Цитата: *«модель структури даних повинна бути оптимізована під збереження ієрархії об'єктів та їх зв'язків»*.

Четвертий розділ "Моделі та методи побудови підсистем комп'ютерної графіки для ІТАЖЦБО" цілком присвячений аналізу моделей та методів побудови підсистем комп'ютерної графіки.

В цьому розділі автор аналізує сучасні ієрархічні дерева просторової індексації, що використовуються під час створення підсистем комп'ютерної графіки та визначає їх переваги і недоліки. За результатами аналізу, в якості базової структури просторової індексації об'єктів автор обрав R-дерево.

За результатами проведених досліджень автор пропонує модель модифікованого R-дерева, що на його думку є найбільш придатною для використання в ІТАЖЦБО. Модель дозволяє описати не тільки ієрархічні зв'язки типу «включення» і «групування» між об'єктами, а й реалізувати горизонтальні зв'язки типу «посилання».

В рамках розділу 4 автор розглядає відомі методи побудови підсистем комп'ютерної графіки та визначає ті з них, що доцільно використовувати в ІТАЖЦБО. Для двовимірного подання об'єктів автор пропонує використовувати набір плоских графічних примітивів, а для тривимірного – полігональні граничні моделі на основі триангуляцій.

Зауважень до розділу 4 немає.

В п'ятому розділі "Розробка прототипу універсальної розширюваної ІТАЖЦБО за створеною методологією" автор надає засади розробки прототипу універсальної розширюваної ІТАЖЦБО. Тут розроблена типова структура інваріантної бази метаданих. Структура представлена у відповідності до проголошених принципів реалізації інваріантної бази метаданих (ІБМ). Окремо, в якості прикладу, наведена можлива структура ІБМ одного з фрагментів етапу проектування.

Також в цьому розділі автор описує принципи реалізації окремих підсистем та модулів прототипу інформаційної технології на базі розробленої методології та наводить структурні схеми і основні алгоритми, що використовувалися під час розробки.

В рамках розділу 5 автор наводить приклад реального застосування розробленого прототипу ІТАЖЦБО під час виконання реконструкції НСК «Олімпійський» та надає коротку оцінку його ефективності. Наведений приклад свідчить про реальну практичну цінність створеної методології та підтверджує комерційне впровадження отриманих результатів.

Зауваження до розділу 5

14. Опонент високо оцінює наукову обґрунтованість і професіоналізм практичних розробок інформаційних технологій розділу 5. Проте, слід зауважити, що не всі однаково вдалі. Так, на думку опонента, в розробці типової БД для кошторисних розрахунків не потребується застосування авторських інформаційних моделей. Вхідні дані кошторисних розрахунків вже на рівні нормативного документу достатньо формалізовані і структуровані.

15. Діаграма класів модуля тривимірної графіки в такому вигляді як приведена на рис. 5.13 не може слугувати ілюстративним матеріалом в науковій роботі.

16. Автор недостатньо приділив уваги проблемі прикладних модулів, що контролюють потоки даних в САХ-системах.

Загальні зауваження.

17. Висновки до дисертації за формою містять перелік результатів дослідження, опонент вважав би за краще мати узагальнені висновки.

18. На думку опонента для докторської дисертації важливо мати серед висновків підрозділ «Відкриті проблеми»

Редакційний аналіз. В тексті дисертації наукові результати, що виносяться на захист, достатньо детально аргументуються, показано шлях їх одержання, наведені необхідні посилання, чітко визначена авторська належність. Дисертація ретельно оформлена і належним чином ілюстрована, викладена технічно грамотно, мовою, яка демонструє високу наукову ерудицію автора.

Висновок. Дисертація Бородавки Е. В. містить сучасні новітні науково обґрунтовані моделі інформаційної інтегрованої технології об'єктів будівництва. Аналіз результатів дисертаційного дослідження показав, що автор кваліфіковано виконав завдання дослідження – інформаційного моделювання об'єктів будівництва, вніс вагомий внесок в розв'язання важливої науково-прикладної проблеми.

Результати дисертації широко відомі в наукових колах завдяки солідним статтям і навчальним посібникам автора дисертації.

Що стосується зауважень опонента, то вони лежать в площині наукової дискусії або форми представлення результатів дослідження. Вони, як видно, не порушують цілісності основних наукових положень дисертації, не

заперечують наукової новизни одержаних результатів. До того ж, в своїх зауваженнях опонент не претендує на істину в останній інстанції.

Викладений аналіз дозволяє зробити такий **загальний висновок**:

дисертаційна робота на тему **"МЕТОДОЛОГІЯ СТВОРЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ АВТОМАТИЗАЦІЇ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ БУДІВЕЛЬНИХ ОБ'ЄКТІВ"** подана на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук є завершеною науковою працею, яка за актуальністю теми, практичним значенням та науковою новизною отриманих результатів відповідає встановленим Атестаційною колегією МОН України вимогам до докторських дисертацій, а її автор **БОРОДАВКА Євгеній Володимирович** заслуговує присудження йому наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.13.06 – інформаційні технології.

Доктор технічних наук, професор

Національного транспортного університету

А.І. Лантух-Лященко

