

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В УПРАВЛІННІ

УДК 004.82.004.94

В.Б. Задоров, О.О. Васильєв*Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ*

ІНТЕГРАЦІЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ МОДЕЛЕЙ В ПРОЕКТУВАННІ ТА УПРАВЛІННІ БУДІВНИЦТВА НА ОСНОВІ УЗАГАЛЬНЕНОЇ СТРУКТУРИ ЗНАНЬ ТА ДАНИХ

Запропоновано підхід до побудови концептуальної інформаційної моделі будівель, що включає себе взаємопов'язані ієрархічні об'ємно-планувальні, конструктивні, технологічні та організаційні рішення. Запропонована багатофункціональна абстрактна інформаційна модель об'єкта (АІМО) базується на узагальненому форматі (структурі) інтеграції онтологічних знань та даних предметної області «Будівництво». Розглянуто напрямки використання такої АІМО у створенні та розвитку сучасних інформаційних технологій в управлінні будівництвом, застосованих на основі методології «конфігураторів».

Ключові слова: *об'ємно-планувальні рішення (ОПР), конструктивні рішення (КР), технологічні рішення (ТЕХР), організаційні рішення (ОРГР), організаційно-технологічні моделі (ОТМ), абстрактна інформаційна модель об'єкта (АІМО)*

Постановка проблеми

В сучасних умовах під час створення, впровадження та розвитку ефективних комп'ютерних інформаційних систем (КІС) для організаційних антропогенних систем суттєвим проблемним місцем є не розробка саме програмного продукту, а проблема здобування, формулювання, структурування та представлення інформації, тобто знань та даних [4;11].

Серед багатьох існуючих новітніх тенденцій у створенні сучасних інтелектуальних засобів ІТ, особливо у системах управління знаннями (СУЗ), постійно з'являються нові терміни, нові абревіатури [3]. Однак досі немає єдиної формалізованої системи понять для побудови комплексних багатофункціональних інформаційних моделей предметних областей. Безумовно, це стосується і такої складної предметної області, якою є «Будівництво». Існують різноманітні підходи щодо інформаційного моделювання проектних рішень будівель та процесів будівництва [10; 13; 14; 15]. Деякі з них використовують досить універсальні засоби, але вони, як правило, спрямовані на обмежені функціональні потреби і не повною мірою враховують специфіку предметної області.

Специфіка предметної області «Будівництво» насамперед стосується особливостей архітектурних, інженерних, технологічних та організаційних проектних рішень будівель та споруд. Ця специфіка, звісно, проявляється на етапах узгодження об'ємно-планувальних, конструктивних, технологічних і

організаційних рішень. Таке узгодження за об'єктивних умов не є формалізованим. Тому проектувальникам різних розділів проекту доводиться будувати свої інформаційні моделі, що задовольняють потреби їх функціональних задач проектування. Ще складнішим є узгодження змін цих рішень під час реалізації проектів на будівельних майданчиках. Все це ускладнює процес встановлення взаємозв'язків між окремими спеціалізованими інформаційними моделями будівель на різних стадіях створення готової будівельної продукції. Враховуючи відносно великі терміни будівництва взагалі, стає зрозуміло, що необхідно здійснювати пошук таких засобів інтеграційного інформаційного моделювання взаємопов'язаних просторових та часових рішень в будівництві, які б на достатньо формалізованому рівні забезпечували підготовку й прийняття комплексних системних своєчасних ефективних інженерних та управлінських рішень [7;9].

В даній роботі приділено увагу одному з прагматичних підходів до інтеграції інформаційних моделей в проектуванні та управлінні будівництва на основі узагальненого формату (структури) знань та даних, що стосуються таксономічної та структурної ієрархій їх представлення.

Аналіз основних технологій, досліджень і публікацій

Існуючі методології, розробки і програмні продукти в напрямку автоматизованого

проектування та управління на заході з деякою умовністю відносять до технологій CAD/CAM/CAE/PDM/PLM. В СНГ всі ці технології відносять до напрямку САПР. В тому чи іншому сенсі кожна з наведених технологій створює свою цифрову модель об'єкта (ЦМО).

Англомовна назва ЦМО – BIM (Building Information Modeling або Building Information Model) — інформаційне моделювання будівлі або інформаційна модель будівлі.

Не зовсім правильно BIM в деяких публікаціях розглядається як підхід до зведення, оснащення, забезпечення експлуатації і ремонту будівлі (тобто управління життєвим циклом об'єкта). Скоріше BIM слід розглядати не як альтернативу технології CAD, а як комплексну інформаційну модель, що дозволяє в єдиній інформаційній структурі здійснювати збирання і комплексну обробку в процесі проектування всієї архітектурно-конструкторської, технологічної, економічної та іншої інформації про будівлю з усіма її взаємозв'язками і залежностями, коли будівля і все, що має до неї відношення, розглядаються як єдиний об'єкт.

У тривимірній моделі будівлі, або іншої будівельної споруди, кожному елементу моделі можна надати додаткові атрибути. Особливість такого підходу полягає в тому, що будівельний об'єкт інформативно описується й проектується фактично як єдине ціле. І зміна одного з його параметрів спричиняє за собою автоматичну зміну інших, пов'язаних з ним параметрів і об'єктів, аж до креслень, візуалізації, специфікацій і календарного графіка.

BIM має дві головні переваги над іншими підходами [16]:

1. BIM — це не тільки просторові інформаційні моделі будівлі. Інформація, що в них міститься, дозволяє автоматично створювати креслення і звіти, виконувати аналіз проекту, моделювати процеси виконання робіт, експлуатацію об'єктів тощо.

2. BIM підтримує розподілені групи даних, тому можна ефективно їх використовувати впродовж всього життєвого циклу будівлі, що виключає надмірність, повторне введення і втрату даних, помилки під час їх передачі і перетворення.

На сьогодні BIM - досить популярний бренд для популяризації досягнень компаній. Зважаючи на відсутність чітких стандартів і критеріїв на BIM, за останній час в публікаціях з'явилася досить багато різних спекуляцій на цю тему [16].

Наведемо деякі приклади найбільш потужних технологій, що базуються на BIM та отримали суспільне визнання.

Компанія AutoDesk, одним головних продуктів якої є AutoCAD, використовує ЦМО. Наведемо опис,

який надає AutoDesk для свого програмного продукту [13]:

«Ключ до будь-якого успішного проекту - ясне, стисле розуміння між архітекторами, інженерами, професіоналами в галузі будівництва, менеджерами засобу і власниками. Сьогодні, інформаційна модель будівлі (BIM), зламає бар'єри і наводить мости між командами дизайнерів і будівельників, забезпечуючи надання послідовної і надійної інформації про проект.

BIM - інтегральний процес, який значно покращує розуміння проекту і дозволяє отримувати очікувані результати. Ця видимість процесу будівництва надає можливість всім членам проектної команди залишатися скоординованими, покращує точність, зменшує брак, і дозволяє приймати інформовані рішення на більш ранніх стадіях процесу підготовки та зведення будівлі — допомагає гарантувати успіх проекту».

Іншим прикладом є ArchiCAD (програмний продукт компанії GraphiSoft), що широко використовується в архітектурному проектуванні. Великі можливості ArchiCAD 14 пов'язані з широким набором удосконалень, що підвищують продуктивність користувача. Вони надають йому змогу враховувати найбільш глобальні і місцеві побажання клієнта. «ArchiCAD 14 є прем'єрним рішенням BIM для архітекторів у всьому світі» [14].

Серед сучасних комплексних продуктів CAD-технологій важливе місце займає Allplan (розробник Nemetschek AG) [15].

Спектр його функціональних можливостей охоплює всі етапи проектно-конструкторських робіт. З точки зору інформаційного моделювання Allplan має два основних інструменти: структуру будівельного об'єкта й шари (площини) інформаційної моделі. Структура будівельного об'єкта передбачає свій принципово новий спосіб структурування, організації і використання окремих частин (файлів моделі) (нагадаємо Building Information Model – Будівельну Інформаційну Модель). Структура будівельного об'єкта може бути застосована для логічної побудови об'єкта за допомогою набору обумовлених ієрархічних рівнів структури будівельного об'єкта. Розрізи, види і переліки шарів можуть бути обрані безпосередньо із структури будівельного об'єкта. В Allplan вбудовано декілька обумовлених структур будівельного об'єкта, які можливо використовувати одночасно. Шари (площини) моделі прямо співвідносяться зі структурою будівельного об'єкта. Структура будівельного об'єкта складається з набору ієрархічно структурованих рівнів. Файли моделі прикріплюються до окремих рівнів структури будівельного об'єкта. До кожного рівня структури будівельного об'єкта можливо за замовчуванням

прикріпити два стандартних шари моделі. Всі файли моделі, що відносяться до певного рівня структури будівельного об'єкта, можуть перейняти параметри заданих шарів (площин) з того рівня структури будівельного об'єкта, до якого вони прикріплені. В процесі змін певного рівня структури будівельного об'єкта параметри файлів моделі, що відносяться до нього, можуть бути відповідним чином оновлені.

В Allplan вбудовані п'ять обумовлених рівнів структури будівельного об'єкта: *місцеположення, структура комплексу будівель, будівля, поверх, блок поверху*. Звернемо увагу, що ці рівні стосуються ієрархічної структури об'ємно-планувальних рішень в будівництві. Крім того, Allplan дозволяє використовувати індивідуальні (користувацькі) рівні будівельного об'єкта, які можна вставляти в будь-яку точку структури будівельного об'єкта.

Останнім часом з'являються роботи, що пропонують інтеграцію різних програмних продуктів з проектування, підготовки будівництва та управління будівництвом на основі комплексної цифрової моделі об'єкта будівництва, що розвивається у часі. До таких робіт насамперед можна віднести [2,5]. Тут пропонується підхід, що враховує ітераційність побудови та змінність інформаційних моделей на різних етапах проектування. Комплексна цифрова модель об'єкта виконує інтеграційну функцію під час формування моделей подання даних: по-перше, на різних етапах проектування (вибору ділянки, архітектурного, конструктивного, інженерних систем, кошторисних розрахунків) та управління будівництвом; по-друге, для побудови комплексних PLM (Product Lifecycle Management - технологія управління життєвим циклом будівель від попереднього проектування до експлуатації включно), що створюються в конкретних умовах на основі інтеграції різних програмних продуктів. Наведені приклади інтеграції комплексної ЦМО з програмними продуктами різного призначення (Мономах, SCAD, ТК-Інвестор, АВК, АС-4, ЕПОС, Spider).

Аналіз існуючих розробок в напрямку інтеграції інформаційних моделей об'єктів будівництва для різних етапів життєвого циклу будівельної продукції та різних програмних продуктів, які створюють технологічні лінії проектування та управління будівництвом, показує, що актуальним є подальший пошук рішень, основаних на ефективному структуруванні знань та даних предметної області «Будівництво».

Саме на цих системних дослідженнях і публікаціях базуються деякі результати нашого дослідження.

Метою даної роботи є подальший розвиток комплексного інформаційного моделювання об'єктів будівництва на різних стадіях життєвого

циклу будівельної продукції (будівель та споруд). Можна визначити такі напрямки подальшого розвитку комплексного інформаційного моделювання об'єктів будівництва:

- пошук інтеграції об'ємно-планувальних, конструктивних, технологічних та організаційних рішень на різних рівнях їх таксономічної та структурної ієрархії;
- побудова експериментальних структур ЦМО, що враховують ітераційні взаємозв'язки між цими ієрархіями;
- побудова інтегрованої бази знань предметної області «Будівництво» із застосуванням засобів онтологічного аналізу з метою підвищення інтелектуальності ІТ.

Ще в 60-х роках двадцятого сторіччя були зроблені перші кроки в напрямку шляхів сумісного розв'язання задач, що враховують критерії та обмеження, які виникають в процесі підготовки та прийняття об'ємно-планувальних, конструктивних, технологічних та організаційних рішень в будівництві. В роботі [12] було визначено, що різні рішення, які приймаються на різних стадіях проектування будівель та підготовки процесів будівництва, повинні: по-перше, враховувати цілі та обмеження, які виникають із специфіки об'ємно-планувального, конструктивного, технологічного та організаційного проектування; по-друге, враховувати ітераційні цикли підготовки та прийняття таких рішень на різних етапах життєвого циклу проектування та створення готової будівельної продукції. Розвиток цих ідей дозволив визначити деякі можливі напрямки модельної інтеграції знань різних предметних підобластей в будівництві. На принциповій схемі (рис.1) наведено взаємозв'язки між цими видами рішень в процесі проектування будівель, підготовки будівельного виробництва, управління будівництвом та експлуатації готових будівель та споруд.



Рис.1. Принципова схема зв'язків між видами проектування

Слід зазначити, що зв'язки послідовності проектування та ітераційні зв'язки здійснюються не тільки внаслідок повної готовності тих чи інших

проектних рішень, але й на проміжних стадіях, коли або на наступний етап передається рамочне рішення, або повертається для узгодження деяке проміжне рішення. *Все це вимагає в різних ситуаціях створювати ієрархічні інформаційні моделі, що враховують як таксономічні зв'язки між рівнями різних ієрархій, так і мереологічні.* **Мереологія** – теорія, що займається вивченням різних відношень типу «частина-ціле», «яке є винятково важливим, оскільки воно утворює основу поняття системи, яка часто використовується в сучасному науковому пізнанні... Мереологія виходить за межі вивчення часткових відносин між елементами загальних систем. Вона також займається тими об'єктами, частини яких релевантні (адекватні) цілому. Такі об'єкти ідентифікуються як екземпляри» [4]. Серед мереологічних відношень виділяють такі класи: *компонент-об'єкт, член-колекція, частина-маса, матеріал-об'єкт, властивість-діяльність, стадія-процес, місцевість-область.* Ці відношення є системоутворюючими, і тому є суттєвими під час побудування інформаційних моделей будівельних об'єктів [6;8].

Саме ці системоутворюючі відношення враховані при розробці нового формату (структури) знань та даних побудови інформаційної моделі будівельного об'єкта, що базується на різних перетинах чотирьох ієрархій (об'ємно-планувальної, конструктивної, технологічної та організаційної).

Виклад основного матеріалу

Основні положення запропонованого авторами нового формату:

1. Є чотири основні ієрархії в інформаційній моделі об'єкта будівництва: об'ємно-планувальна, конструктивна, технологічна і організаційна. Це ієрархії вкладення. За допомогою цих ієрархій можна задати об'єкт будь-якої складності, при використанні інших, допоміжних систем і ієрархій.

2. Об'ємно-планувальна і конструктивна - це ієрархії структури об'єкта, технологічна і організаційна - ієрархії процесів його зведення, які використовуються в організаційно-технологічному моделюванні будівництва на етапі підготовки будівництва та в календарному плануванні (стратегічному, поточному, оперативному) на етапі управління будівництвом [9].

3. Всі дані зберігаються в максимально абстрактному вигляді, без прив'язки до деталей. Тому запропоновану інформаційну модель об'єкта будівництва можна вважати абстрактною.

4. Система побудована з врахуванням загальної логіки будівництва, ґрунтуючись на законах теорії множин, 3D - розбиття простору.

5. Вищевведені ієрархії перетинаються. Перетинання так чи інакше побудовані на взаємовідносинах вкладеності з певними правилами.

6. Перетинання ієрархій дозволяє забезпечити властивості інформаційної моделі будівельного об'єкта, які раніше не зустрічалися в такому вигляді, а саме:

- Об'ємно-планувальна та конструктивна ієрархія дозволяють створити у просторі структуру будь-якої складності і розміру.

- Технологічна ієрархія дає змогу моделювати будівельні процеси будь-якої складності з врахуванням різноплановості будівельних робіт.

- Технологічна ієрархія в перетинанні з об'ємно-планувальною і конструктивною ієрархією дають змогу розглядати будь-які роботи з будь-яким рівнем деталізації, і при декомпозиції роботи, правила послідовності їх виконання (мережевий графік, діаграма Гантта тощо) будуть динамічно перераховані, з врахуванням того, які з об'ємно-планувальних або конструктивних вузлів ієрархії будуть зведені і які вже повинні бути зведені. Таким чином, можна отримати графіки робіт будь-якої складності, кількістю від десятків робіт до сотень тисяч.

- Технологічна ієрархія в перетинанні з об'ємно-планувальною і конструктивною ієрархією дозволяють чітко сказати, в який момент якийсь вузол об'ємно-планувальної або конструктивної ієрархії буде зведений, або навпаки, сказати, що буде зведене на певний момент з точки зору технологічної ієрархії.

- Організаційна ієрархія дозволяє вийти шляхом врахування обмежень проектування технологічної ієрархії на реальні часові рамки, тому що враховує наявні ресурси та організаційні схеми їх використання.

Запропонована назва моделі - **АІМО (Абстрактна інформаційна модель об'єкта).**

Далі обґрунтовані основні поняття (сутності), використані для побудови АІМО, здійснено їх аналіз та опис.

1. Сутності, призначені для зберігання структури об'єкта.

1.1. ObPlanNode (об'ємно-планувальний вузол)

Це є базова сутність, яка дозволяє зберігати об'ємно-планувальну структурну ієрархію (табл.1).

Таблиця 1

№	Ім'я поля	Тип поля	Опис поля
1	Name	string	Ім'я об'ємно-планувального вузла

Закінчення таблиці 1

2	Childs	ObPlanNode	Масив посилань на дочірні об'ємно-планувальні вузли
3	ObPlan Properties	Custom Propeties	Параметри поточного вузла

1.2. ConstrNode (Конструктивний вузол)

Базова сутність, яка дозволяє зберігати конструктивну структурну ієрархію (табл.2). Необхідно підкреслити, що в даному контексті термін «конструктивний вузол» використовується, щоб позначити елемент конструктивної ієрархії, тоді як в будівництві цей термін часто означає місце з'єднання кількох елементів конструкцій.

Таблиця 2

№	Ім'я поля	Тип поля	Опис поля
1	Name	string	Ім'я конструктивного вузла
2	Childs	Constr Node	Масив посилань на дочірні конструктивні вузли
3	Content	Block Content	Масив посилань на об'єкти типу BlockContent, в якому зберігаються дані конструктивного вузла окремо по кожному будівельному блоку

1.3. BlockContent

Сутність, що належить конструктивному вузлу. В АІМО було введено поняття *конструктивного будівельного блоку*, що забезпечує класифікацію і розділення конструктивних даних. Прикладами конструктивного будівельного блоку можуть бути:

- каркас та стіни, перекриття будівлі;
- електричні мережі будівлі;
- водопостачання і водовідведення будівлі тощо.

Таким чином, сутність BlockContent дозволяє зберігати дані конкретного блоку (табл.3).

Таблиця 3

№	Ім'я поля	Тип поля	Опис поля
1	Block GUID	long	Унікальний ідентифікатор будівельного блоку
2	Block Properties	Custom Propeties	Параметри цього блоку
3	Block Constraints	Block Constraint	Масив посилань на об'єкти типу BlockConstraint

1.4. BlockConstraint

Сутність, що дозволяє задати прив'язку блока конструктивного вузла до іншого конструктивного вузла (табл.4).

Таблиця 4

№	Ім'я поля	Тип поля	Опис поля
1	Constraint Object	ConstrNode	Конструктивний вузол, до якого здійснюється прив'язка

Закінчення таблиця 1

2	Constraint Properties	Custom Propeties	Параметри прив'язки
---	-----------------------	------------------	---------------------

1.5. ObPlanConstrLink

Сутність, що дозволяє зв'язати вузли об'ємно-планувальної з вузлами конструктивної ієрархії. Зв'язок відбувається шляхом завдання масиву об'ємно-планувальних вузлів і масиву конструктивних вузлів, що в нього входять. Вхідження - це коли перераховані конструктивні вузли геометрично містяться в просторі, що визначається об'ємно-планувальними вузлами. Зв'язок не гарантує, що перераховані конструктивні вузли входять лише в перераховані об'ємно-планувальні вузли, проте гарантує, що в перераховані об'ємно-планувальні вузли більше не входять інші конструктивні (табл.5).

Таблиця 5

№	Ім'я поля	Тип поля	Опис поля
1	ParentObPlan Nodes	ObPlanNode	Масив посилань на об'ємно-планувальні вузли
2	ChildConstr Nodes	ConstrNode	Масив посилань на конструктивні вузли
3	Block GUID	long	Унікальний ідентифікатор блока, для якого виконується дане правило

1.6 ObPlanConstrLink2

Ця сутність забезпечує зворотній зв'язок, коли батьківські і дочірні вузли міняються місцями.

Сутність аналогічна попередньому зв'язку, але як батьківські, що визначають простір, використовуються конструктивні вузли, а як дочірні – об'ємно-планувальні (табл.6).

Таблиця 6

№	Ім'я поля	Тип поля	Опис поля
	ParentConst Nodes	Constr Node	Масив посилань на конструктивні вузли
	ChildObPlan Nodes	ObPlan Node	Масив посилань на об'ємно-планувальні вузли
	Block GUID	long	Унікальний ідентифікатор блока, для якого виконується дане правило

2. Сутності, призначені для зберігання плану робіт

2.1. Work

Базова сутність, яка дозволяє зберігати структурну ієрархію робіт (табл.7).

Таблиця 7

№	Ім'я поля	Тип поля	Опис поля
	Name	string	Ім'я роботи
	Start Event	Event	Посилання на подію, з якої вона починається

№	Ім'я поля	Тип поля	Опис поля
	Finish Event	Event	Посилання на подію, якою вона завершується
	Sub Works	Works	Масив посилань на дочірні роботи
	InsideIn ObPlan	ObPlan NodeShort	Посилання на об'ємно-планувальний вузол, «всередині» якого виконується дана робота. Гарантується, що робота виконується тільки всередині цього вузла
	Required Info	Work Required Info	Масив посилань на об'єкти WorkRequiredInfo для даної роботи
	Doing Info	Work Doing Info	Масив посилань на об'єкти WorkDoingInfo для даної роботи
	Custom Props	Custom PropertiesShort	Параметри даної роботи

2.2. Event

Подія (табл.8)

Таблиця 8

№	Ім'я поля	Тип поля	Опис поля
	Index	int	Користувацький індекс події

2.3. WorkRequiredInfo

Ці сутності дозволяють задати набір конструктивних вузлів, які мають бути «завершені» до того, як буде виконуватися дана робота. У АІМО вводяться правила, що робота може бути почата, якщо:

- «завершені» конструктивні вузли, над якими власне виконується робота;
- «завершені» додаткові вузли (якраз вони задаються в цих сутностях). «Завершеність» - коли роботи, що передують даній роботі (згідно з віртуальною ієрархічною сітьовою моделлю будівельних процесів) виконані за даними конструктивними вузлами (табл. 9).

Таблиця 9

№	Ім'я поля	Тип поля	Опис поля
1	Constuction Node	ConsrNode Short	Посилання на конструктивний вузол
2	Block Guids	long	Унікальний ідентифікатор блока

2.4. WorkDoingInfo

Ці сутності дозволяють задати набір конструктивних вузлів над якими власне виконується робота (табл.10).

Таблиця 10

№	Ім'я поля	Тип поля	Опис поля
1	Constuction Node	ConsrNode Short	Посилання на конструктивний вузол
2	Block Guids	long	Набір унікальних ідентифікаторів блоків

№	Ім'я поля	Тип поля	Опис поля
3	FinishOrNot	int	«Завершили чи ні». Цікавий параметр. Якщо «завершили», то по завершенню даної роботи завершеною буде вважатися не тільки ця робота над її конструктивними вузлами, а й батьківська робота. Саме цей параметр дозволяє організувати «розгортку з підхопленням».

3. Службові сутності

3.1. CustomPropeties

Сутність, що дозволяє зберігати будь-яку кількість будь-яких параметрів (табл.11).

Таблиця 11

№	Ім'я поля	Тип поля	Опис поля
	Property Desc	Property Item	Опис властивостей. Масив посилань на об'єкти PropertyItem
	Values	RawData	Опис властивостей. Масив посилань на об'єкти RawData

3.2. PropertyItem

Сутність, що визначає опис параметра(табл.12).

Таблиця 12

№	Ім'я поля	Тип поля	Опис поля
1	Name	string	Ім'я параметра
2	Type	int	Тип параметра

3.3. RawData

Сутність, що дозволяє зберігати «сирі дані». По суті, набір байт (табл.13).

Таблиця 13

№	Ім'я поля	Тип поля	Опис поля
1	Data	long	Дані

4. Об'єднуючі сутності

4.1. BIMRootNode

Головна (коренева) сутність АІМО (табл.14).

Таблиця 14

№	Ім'я поля	Тип поля	Опис поля
1	ObPlan Root	ObPlan Node	Посилання на кореневий вузол об'ємно-планувальної ієрархії
2	Constr Root	Constr Node	Посилання на кореневий вузол конструктивної ієрархії
3	Work Root	Work Root	Посилання на кореневий вузол ієрархії робіт

Концептуальна інформаційна модель об'єкта наведена на рис. 2 і 3.

Закладені до концептуальної моделі знання про ієрархічні структури об'ємно-планувальних і конструкторських елементів будівлі, про ієрархічні структури формування будівельних процесів з

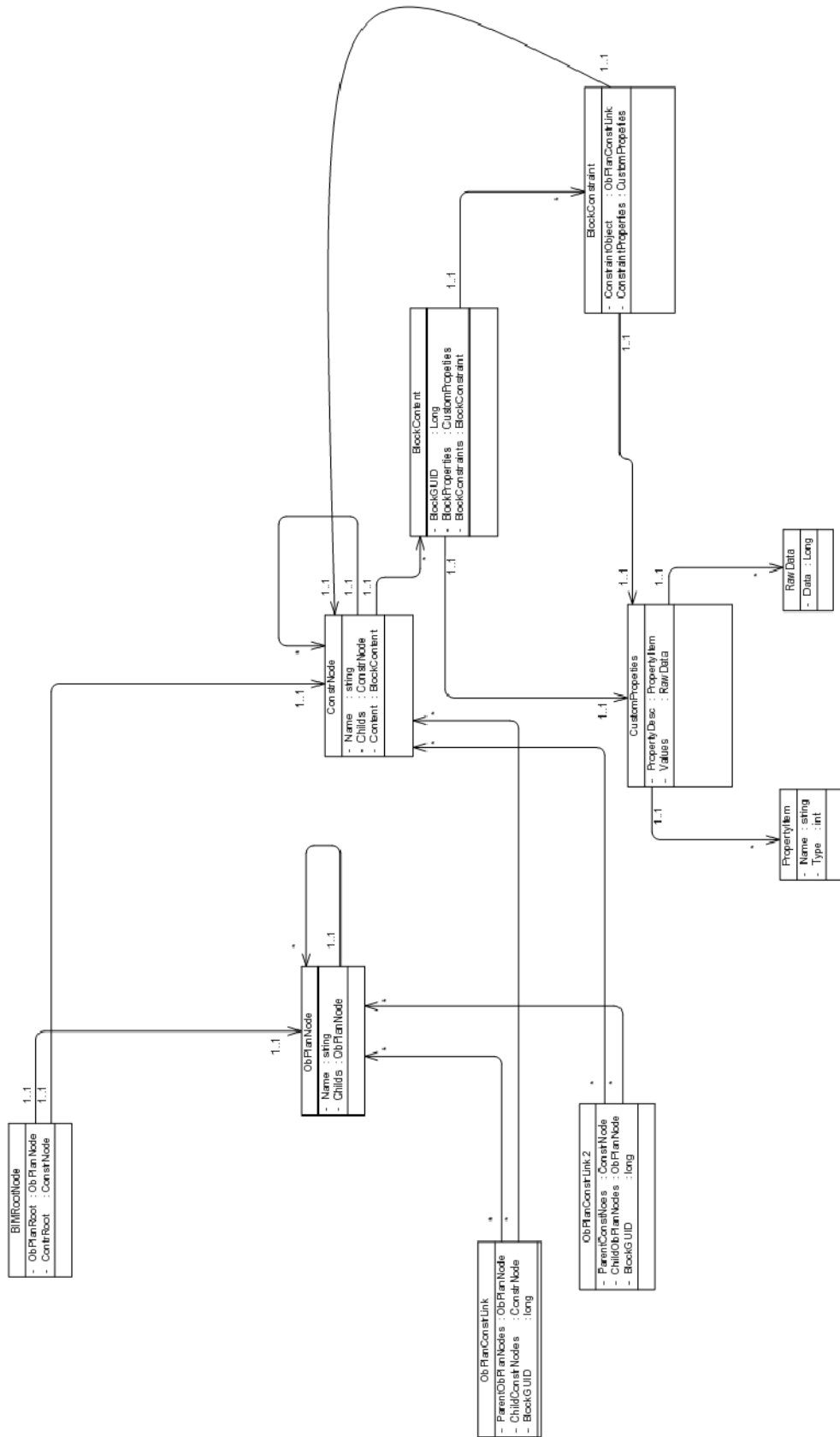
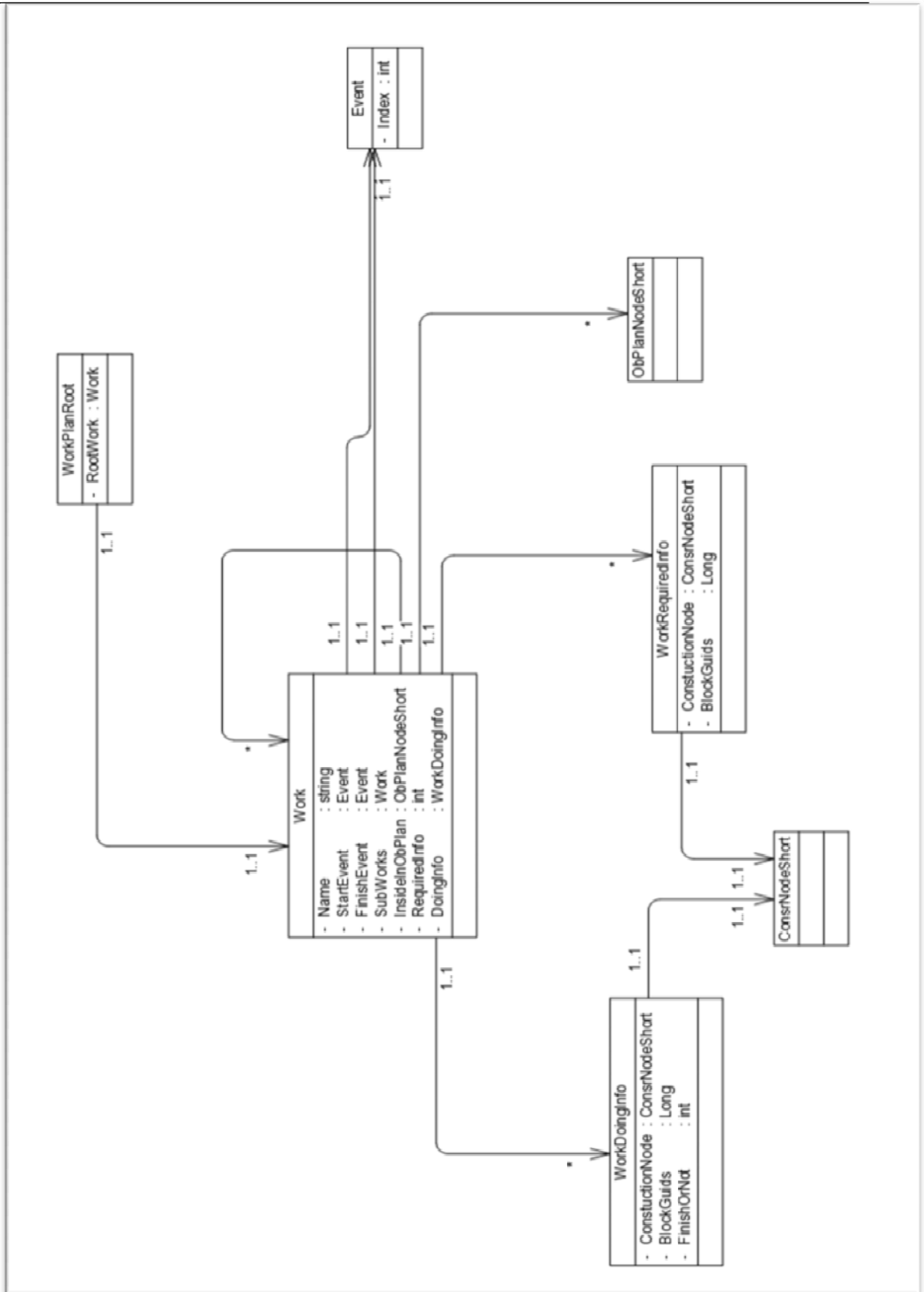


Рис. 2. Концептуальна модель об'єкта.



Зв'язок між сутностями, йде від конкретного поля на цільову сутність, на кожному кінці вказана чисельність зв'язків (1 або багато).

Рис. 3. Концептуальна інформаційна модель об'єкту (продовження).

врахуванням технологічної та організаційної ієрархій рішень з виконання робіт дозволяють на основі формалізації здійснення перетинання цих ієрархій здійснювати ефективне генерування будь-яких інформаційних просторових моделей будівель та часових інформаційних моделей процесів їх будівництва.

У створенні та розвитку сучасних інформаційних технологій в проектуванні та управлінні будівництвом ефективно поширювати застосування методології «конфігураторів». «Конфігуратор» - це створене середовище розробки, в якому користувачі на рівні роботи з ієрархічними метаданими можуть вносити зміни до функціональної конфігурації КІС і ІТ за рахунок використання варіантів різних модулів, створення нових модулів, адаптації та інтеграції різних програмних продуктів [17].

Можливо вбудовувати запроповану АІМО в інформаційні системи і технології, що створюються на основі концепції «конфігураторів», яка сприяє подальшої інтеграції існуючих програмних продуктів для задач різного функціонального призначення на різних стадіях життєвого циклу будівель та споруд. Подібний формат (структура) АІМО добре підходить під методологію «конфігураторів». В першу чергу, завдяки наявності поняття «конструктивного будівельного блоку», який за своєю суттю відповідає елементу конфігуратора, що підключається, за певним будівельним напрямком.

Висновки

З викладеного матеріалу можна зробити такі висновки:

- проаналізовані сучасні підходи щодо побудови комплексних інформаційних моделей об'єктів будівництва та їх використання на різних етапах життєвого циклу будівельної продукції;
- проаналізовані вимоги щодо розвитку сучасних підходів із застосуванням нових форматів знань та даних для підвищення ефективності та технологічності побудови комплексних інформаційних моделей;
- сформульований новий підхід до створення комплексної абстрактної інформаційної моделі об'єкта будівництва (АІМО) на основі нового формату знань та даних з врахуванням чотирьох ієрархій проектних та управлінських рішень (об'ємно-планувальних, конструкторських, технологічних та організаційних);
- обґрунтована та запропонована деяка структура концептуальної інформаційної моделі будівлі на основі сформульованих вимог;

- запропоновані деякі напрямки застосування АІМО у створенні та розвитку сучасних інформаційних технологій в управлінні будівництвом, застосованих на основі методології «конфігураторів».

Список літератури

1. Балашов Е.П. Эволюционный синтез систем. – М.: Радио и связь, 1985. – 328 с.
2. Бородавка Є.В. Моделі та методи інформаційної інтеграції систем проектування будівель і споруд : Автореферат дис... канд. наук: 05.13.12 - 2008.
3. Гаврилова Т.А., Хорошевский В.Ф. Базы знаний интеллектуальных систем / Учебник для вузов. – СПб, Изд-во "Питер", 2000.
4. Гладун А.Я., Рогушина Ю.В. Основи методології формування тезаурусів з використанням онтологічного та мереологічного аналізу. – ж. Штучний інтелект, №4, 2008. – 53 с.
5. Демченко В. В., Бородавка Є.В. Формальний опис і практичне використання уніфікованої цифрової моделі об'єкта будівництва // Східноєвропейський журнал передових технологій. – 2007. – №2/2(26). – С. 64–69.
6. Задоров В.Б. Системний аналіз об'єктів і процесів: технологічні основи: Навчальний посібник. – К.: КНУБА, 2003. – 276 с.
7. Задоров В.Б. Підхід до створення технології попереднього системного проектування КІС підприємств. // Управління розвитком складних систем. – 2010. – Вип. 01. – С. 56- 63.
8. Задоров В.Б. До переосмислення деяких загальносистемних понять з метою інтеграції онтологій організаційних та комп'ютерних систем // Управління розвитком складних систем. – 2011. – Вип. 03. – С. 56 –65.
9. Задоров В.Б., Штирний В.Т., Дерев'яно І.В., Грінченко Д.В. Розвиток інформаційної системи нормативної бази будівельних процесів // Управління розвитком складних систем. – 2011. – Вип. 04. – С.51 – 60.
10. Малюх В. Н. Введение в современные САПР: Курс лекций. — М.: ДМК Пресс, 2010. — 192 с..
11. Палагін О.В., Петренко М.Г., Михайлюк А.В. Розвиток та порівняльні характеристики логіко-онтологічних формальних теорій. - К.: Математичні машини і системи, 2007, № 23.
12. Фоков Р.И. Выбор оптимальной организации и технологии возведения зданий/ К.- Будівельник. - 1969.. 192 с.
13. Autodesk <http://www.autodesk.ru/adsk/servlet/pc/it em?siteID=871736&id=15621143>
14. Graphisoft <http://www.archicad.ru/>
15. Allplan2011 http://www.nemetschek.de /company/news/news- detail.html?no_cache =1&tx_ttnews%5Btt_news%5D=424
16. BIM <http://ru.wikipedia.org/wiki/BIM>
17. http://www.mista.ru/tutor_1c/configurator.htm

Стаття надійшла до редакції 21.02.2011

Рецензент: д-р техн. наук, проф. О.С.Городецький, Головний науковий співробітник Науково-дослідного інституту будівельного виробництва, Київ