

## **ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ УПРАВЛІННЯ**

УДК 681.3

Г.А. Гайна

Київський національний університет будівництва і архітектури

### **ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ УПРАВЛІННЯ ЗАДАЧАМИ МІСТОБУДУВАННЯ**

*Розглянуто підхід щодо створення інформаційної технології управління процесами у містобудуванні. Проведено аналіз підсистем містобудування, визначено головні об'єкти житлової сфери, проведено класифікацію за методами управління та інформаційними технологіями запропоновано підходи щодо застосування інформаційних технологій для розв'язання окремих задач містобудування.*

**Ключові слова:** містобудування, інформаційна технологія, онтологія, когнітивне моделювання, аналітичні моделі, штучний інтелект

#### **Вступ**

Містобудівні проблеми пов'язані зі збереженням забудови, яка має історико-архітектурну цінність, збільшенням щільності житлового фонду, за рахунок будівництва додаткових будинків на вільних ділянках, забезпечення інсоляції, аерації, рівнів загазованості та шуму, оптимізації складу і потужностей інженерної та транспортної інфраструктури, з розвитком житлового фонду за рахунок зростання територій.

Для вирішення проблем у сфері містобудування потрібен комплексний підхід, який міг би врахувати державні і місцеві інтереси у процесі забудови населених пунктів, забезпечити раціональне використання природних, матеріальних та технічних ресурсів, здійснити необхідні заходи щодо резервування територій для житлового будівництва, державних та громадських потреб, здійснити ефективний контроль за їх використанням. На регіональному та місцевому рівнях головним інструментом щодо прийняття рішень з формування міського середовища мають бути регіональні та місцеві правила забудови, чітке зонування території з визначенням регламенту забудови окремих зон.

#### **Аналіз задач містобудування**

У містобудівельному обґрунтуванні з урахуванням діючих нормативних документів [1] визначається комплекс умов і обмежень і встановлюються граничні параметри об'єкта, який може бути розміщений на конкретній ділянці,

розробляються можливі варіанти територіального розміщення цього об'єкта заданих параметрів або у разі необхідності обґрунтовуються зміни відповідної містобудівельної документації.

Містобудівельне обґрунтування включає такі складові:

- характеристику місцезнаходження об'єкта, який проектується у межах населеного пункту, житлового району, кварталу, забудови, що оточує, та її перспективного розвитку;
- характеристику наявної забудови і використання територій;
- характеристику інженерно-транспортної інфраструктури;
- техніко-економічну характеристику об'єкта;
- характеристику об'єктів культурної спадщини (у разі необхідності);
- інформацію відносно інженерно-будівельних і екологічних умов району будівництва.

У містобудівельному обґрунтуванні розміщення об'єкта містобудівництва в кварталі існуючої забудови визначаються допустимі граничні параметри об'єкта: етажність, загальна площа, чисельність мешканців тощо.

Оцінювання містобудівельної цінності території міста має включати:

- оцінку ефективності використання територій;
- історико-архітектурну оцінку;
- природно-екологічну оцінку;
- рекреаційну оцінку;

- оцінку транспортного доступу і зв'язку;
- оцінку ресурсів інженерного забезпечення;
- інвестиційну оцінку.

Дослідження містобудівних систем пов'язано з об'єктивними складнощами, які викликані такими причинами [2]:

- містобудівна система належить до класу складних систем; вона включає в себе велику кількість підсистем, які характеризуються великою кількістю параметрів (кількісних і якісних); між підсистемами існують різноманітні зв'язки різної інтенсивності;
- містобудівельна система має слабку організованість, є нестійкою, достатньо хаотичною; явища, які характеризують систему, у багатьох випадках не мають стійких розподілень імовірностей;
- містобудівельна система визначається параметрами, що постійно змінюються і які відображають такий рівень знання систем, за якого неможливо однозначне визначення їхніх морфологічних і функціональних якостей.

Стан міської системи визначається внутрішніми процесами, які в ній проходять, взаємодією із зовнішнім середовищем і програмами розвитку, які керують діями.

Базисні фактори, які впливають на розробку містобудівної моделі:

1. Якість житлового фонду і системи суспільного обслуговування;
2. Надійність інженерно-транспортної інфраструктури;
3. Історико-культурна цінність будівель, ділянки і оточення;
4. Збереження природного середовища і уточнюючого ландшафту;
5. Комфортність міського середовища;
6. Художні якості архітектурного об'єкта і міського середовища;
7. Санітарна гігієна і мікроклімат;
8. Належність нерухомості і парцеляція території.

### **Підхід до створення інформаційної технології для управління процесами у містобудуванні**

Для прийняття рішень і вироблення управління, які будуть сприяти досягненню мети, інтелектуальна система повинна володіти методами розв'язання задачі і мати запас знань. Знання, які необхідні в процесі прийняття рішень в містобудуванні можна поділити на такі категорії:

1. Концептуальні знання – це знання на рівні понять, які втілюють в науково-технічних термінах, класах, які стоять за цими термінами, властивостях об'єктів середовища, що оточує. До них належать зв'язки, відношення і залежності між поняттями та їх властивості. Один з підходів до представлення цих знань є застосування онтологій. Онтологічний простір повинен охоплювати дані, знання, сценарії ситуацій, моделі і методи розв'язання задач;

2. Предметні знання – це сукупність відомостей про кількісні і якісні характеристики конкретних об'єктів. До цих знань також належать експертні оцінки. Підходи до представлення цих видів знань можуть включати технології “м'яких” обчислень (нейронні мережі, нечіткі системи, генетичні алгоритми), використання експертних систем;

3. Процедурні знання – це алгоритмічні знання, які реалізуються у вигляді програм. Сукупність програм утворює бібліотеки прикладних програм, пакети прикладних програм.

Сучасні інтелектуальні системи підтримки прийняття рішень передбачають створення баз знань, які поєднують опис системи у вигляді математичних формул з інформацією експертів, а також методи пошуку рішень з використанням строгих і евристичних методів. Одним з напрямків вирішення питань інтеграції моделей прийняття рішень у містобудівництві є використання інформаційної технології, яка включає побудову онтології моделей, методів і задач для пошуку інформації, формуванню рекомендацій по вибору моделей і критеріїв оцінки рішень. Такий підхід дає змогу формувати єдиний інформаційний простір управління.

У процесі розв'язання задач містобудівництва можна виділити компоненти, які мають різний ступінь формалізованого опису. Залежно від цього використовуються різні підходи до моделювання: аналітичні, імітаційні, когнітивні, концептуальні, каузальні [3]. Пропонується розробка і застосування методології вивчення містобудівних систем на базі концепції синтезу методів аналізу слабоструктурованої і структурованої інформації для розв'язання задач прийняття управлінських рішень. На рис.1 подано схему організації управління розвитком та експлуатацією житлового фонду з використанням інформаційних технологій.

SWOT-метод аналізу в плануванні, який полягає у розділенні фактів і явищ на чотири категорії: сильні, слабкі сторони, можливості і загрози. На кожному ієрархічному рівні управління в системі містобудування є свій набір SWOT - факторів. Результатом SWOT-аналізу, який направлений на формування узагальненого

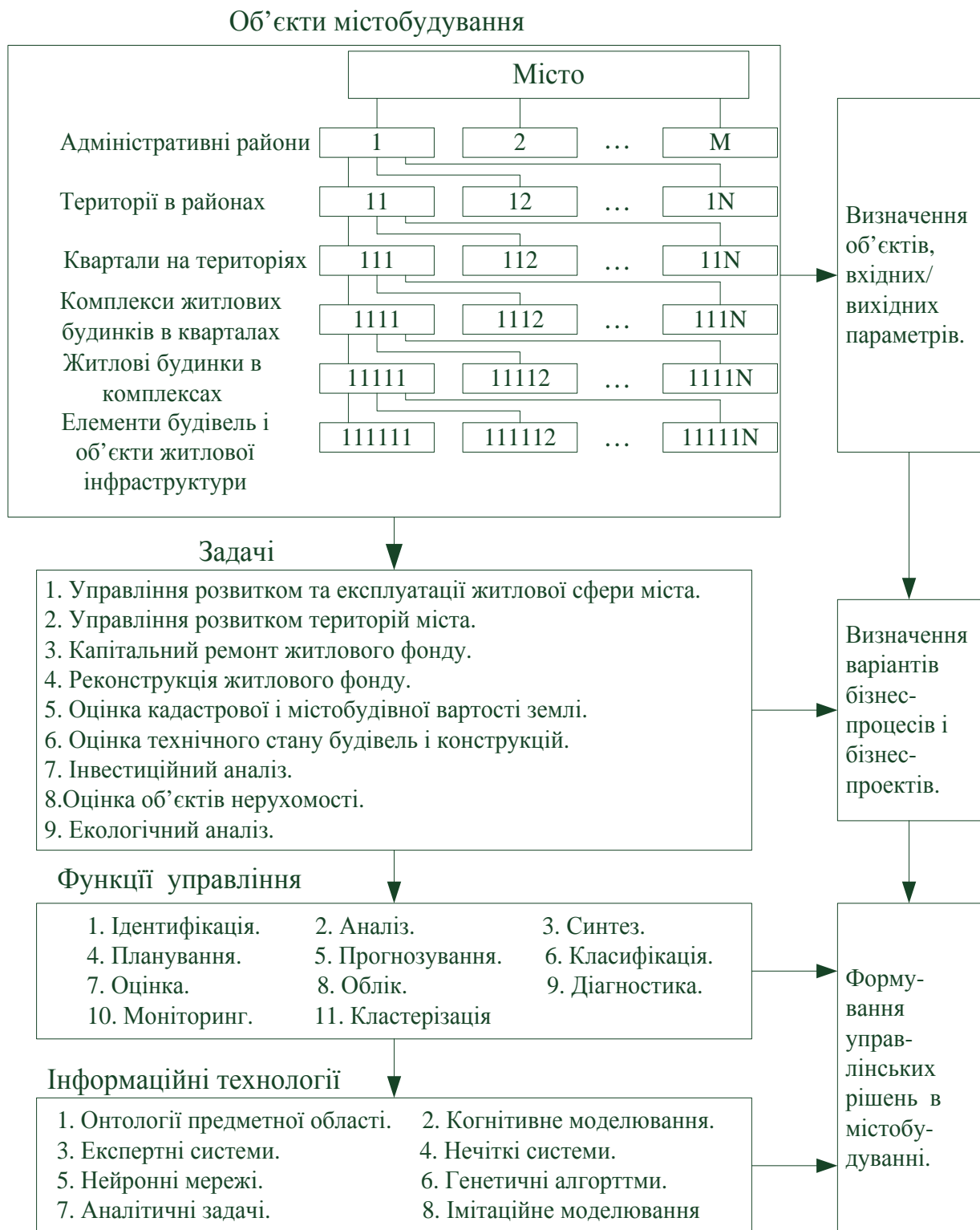


Рис. 1. Організація управління системою розвитку та експлуатації житлового фонду з використанням інформаційних технологій

інформаційного потенціалу, мають бути ефективні рішення, які стосуються відповідної реакції суб'єкта (слабкої, середньої або сильної) згідно з сигналом (слабким, середнім або сильним) зовнішнього

середовища. Онтологічний аналіз – це рівень аналізу знань, який вивчає вимоги до системи з точки опису предметної області в термінах сутностей, відношень між ними, і дій над сутностями. Для побудови

онтології містобудівельної системи необхідно використовувати ієрархічну декомпозицію знань, ієрархію понять. Онтологія повинна задавати єдиний інформаційний простір, в який інтегруються різні моделі представлення знань про інформаційні процеси, знання про конкретні області містобудівництва (задачі реконструкції об'єктів міста, діагностику технічного стану будівель, оцінку об'єктів нерухомості, оцінку містобудівельної вартості територій міста тощо).

При дослідженні слабоструктурованих систем і ситуацій сьогодні у сфері областей науки і інформаційних технологій формується підхід, який називають когнітивним аналізом або когнітивним моделюванням. Як формальну модель, що допомагає особі, яка приймає рішення (ОПР) зафіксувати своє представлення проблемної ситуації, як правило використовується когнітивна карта ситуації, яка представляє відомі ОПР закони і закономірності.

При когнітивному моделюванні перед ОПР постають такі питання:

- які фактори слід змінити, щоб досягнути цілей?
- яке управління слід обрати для забезпечення необхідної поведінки цільових факторів?
- які ситуації можливі у майбутньому при зміні тих або інших факторів?
- які проблеми можуть виникати при зміні тих або інших факторів?

Традиційні когнітивні карти вміщують зв'язки, які можуть приймати одне з трьох значень з множини  $\{-1,0,1\}$ . Значення зв'язку  $+1$  між двома концептами означає позитивний вплив одного на другий,  $-1$  – негативний вплив, а нуль свідчить про відсутність відношень причинності між концептами. Такі когнітивні карти використовуються для якісної оцінки впливу окремих концептів на стійкість всієї системи.

Недоліком традиційних когнітивних карт є те, що вони мають обмежену область застосування і не дозволяють виконувати чисельне моделювання поведінки системи. Ці недоліки усуваються у нечітких когнітивних картах. Нечіткою когнітивною картою називається причино-наслідкова мережа  $G = (C, W)$ , де  $C$  – множина концептів;  $W$  – множина зв'язків між концептами  $w(c_i, c_j) \in W \rightarrow [-1, 1]$ . Це означає, що у нечітких когнітивних картах встановлюються числові і лінгвістичні значення ступенів причинності зв'язків, які вказують, як один концепт впливає на інший. Ступінь впливу може відображатися за допомогою лінгвістичних змінних типу “сильно”, “помірно”, “слабо” тощо. Значення

тієї або іншої лінгвістичної змінної відображається на числовій шкалі.

На основі побудованої нечіткої когнітивної карти формуються матриці взаємного впливу концептів одного на одний, після чого досліджується поведінка і стійкість побудованої карти. Розраховуються системні показники нечіткої карти – консонанси і диссонанси впливу концептів одного на одний.

Побудова нечіткої когнітивної карти передбачає виконання такої послідовності кроків [4]:

- визначення списку концептів, які є значимими для даної предметної області;
- визначення відношень причинності між кожною парою концептів;
- визначення знаку впливу між кожною парою концептів;
- визначення сили впливу між кожною парою концептів, які зв'язані між собою;
- визначення початкового стану концептів;
- визначення зовнішніх впливів на концепти.

Когнітивне моделювання доцільно використовувати на початкових етапах процесу підготовки рішень.

База знань інтелектуальної інформаційної системи підтримки прийняття рішень повинна включати такі знання:

- нормативні дані, які отримані з різних нормативних документів (ДБН, ГОСТ тощо) і які регламентують процес розв'язання задачі;
- фактографічні дані, які отримують в результаті моніторингу стану містобудівельної системи, діагностики містобудівельних об'єктів;
- каузальні знання, які представлені у вигляді правил продукцій, що відображають причинно-наслідкові зв'язки і на основі яких виконується логічне виведення рішення в проблемній ситуації;
- знання про минулі ситуації і прийняті рішення;
- семантичні метазнання, які представлені у онтології предметної області.

До аналітичних задач можуть бути віднесені такі:

- оптимізація планування і забудови міста;
- оптимальне розміщення і реконструкція зон житла і відпочинку;
- оптимізація планів розподілу і перерозподілу планів житлової площі для задоволення потреб населення;
- оптимізація методів управління функціонуванням міських систем;
- оптимізація системи транспорту і інженерного обладнання і т.ін.

Розглянемо приклад моделі оптимізації забудови кварталу [5]:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m C_{ij} x_{ij} \rightarrow \min$$

$$\sum_{i=1}^n V_{ij} x_{ij} \geq 0; V_{ij} = V_{ij} - M_j V_{ij}; i = \overline{1, n}; j = \overline{1, m}$$

$$\sum_{i=1}^n q_{ij} x_{ij} \leq F; x_{ij} \geq 0$$

де  $i$  – тип будівлі;

$j$  – призначення будівлі ( $j=1$  – відповідає житловим будівлям,  $j = \overline{2, n}$  – об'єктам соціальної інфраструктури);

$C_{ij}$  – витрати на розміщення будівель  $i$ -го типу  $j$ -го призначення;

$x_{ij}$  – загальна площа будівель  $i$ -го типу  $j$ -го призначення, які розміщуються у кварталі;

$V_{ij}$  – доля загальної площі будівель  $i$ -го типу  $j$ -го призначення;

$M_j$  – норматив соціально-побутового обслуговування житлових будівель;

$q_{ij}$  – площа території, яка необхідна для розміщення будівель  $i$ -го типу  $j$ -го призначення;

$F$  – площа території кварталу.

У таблиці наведені приклади можливого використання інформаційних технологій для розв'язання задач містобудування на різних етапах проектування і експлуатації.

Таблиця

**Приклади застосування інтелектуальних інформаційних технологій при проектуванні і експлуатації містобудівної системи**

№	Назва етапу	Зміст етапу	Приклади задач містобудування
1	Структуризація знань про об'єкти містобудування і про зовнішнє для нього середовище	Аналіз вихідної ситуації; визначення базисних факторів; PEST – аналіз; SWOT – аналіз; визначення факторів, які характеризують сильні і слабкі сторони об'єкта; визначення факторів, які характеризують можливості і погрози з боку зовнішнього середовища об'єкта	Аналіз містобудівельної ситуації; аналіз ринку житлової нерухомості, аналіз просторово-планувальної структури міста
2	Побудова когнітивної моделі розвитку об'єкта	Визначення і обґрунтування факторів; встановлення і обґрунтування зв'язку між факторами; побудова графової моделі	Задачі реконструкції і реновації житлового фонду міста
3	Дослідження сценарію розвитку ситуації відносно об'єкта що досліджується	Визначення мети дослідження; завдання сценаріїв розвитку та їх моделювання; прогнозування розвитку об'єкта; визначення стратегії управління	Аналіз варіантів розміщення об'єктів на території міста, оцінка інвестиційних проектів
4	Побудова онтології	Побудова метаонтології і онтологій прикладних задач	Онтологія містобудівельної системи, онтології окремих задач містобудування
5	Побудова нечіткої бази знань	Визначення лінгвістичних змінних; визначення термів; визначення діапазону змінних; визначення правил; побудова ієрархії правил	Оцінка містобудівельної вартості територій, розрахунок інвестицій у розвиток міста
6	Побудова нейронної мережі	Визначення архітектури нейронної мережі; визначення навчальної вибірки; визначення методу навчання	Оцінка технічного стану будівельних конструкцій; оцінка об'єктів нерухомості
7	Побудова аналітичних моделей	Побудова оптимізаційних моделей, розрахункових моделей, імітаційних моделей	Визначення потреб населення у житлі, планування і прогнозування розвитку житла

Застосування інформаційних технологій, інтелектуальних систем, комп'ютерних моделей для управління розвитком та експлуатацією містобудівних систем дозволяє враховувати велику кількість змінних, передбачати розвиток нелінійних процесів, які протікають у міському середовищі, виконувати дослідження синергетичних ефектів. Застосування запропонованих комплексних підходів дозволить виконувати прогнозування соціально-економічного розвитку міста, визначати управляючі дії, які будуть приводити до найбільш сприятливого розвитку подій. Домінуючою тенденцією в дослідженні складних систем, до яких відноситься і місто, є взаємопроникнення усіх видів моделювання, широке використання інформаційних технологій, які використовують різні моделі, методи та засоби.

Такий підхід дозволить більш досконало досліджувати структуру міської системи, динаміку її розвитку, цілісність, давати обґрунтування щодо забудови міста, виконання реконструкції будівель, планувати розвиток територій, визначати технічний стан будівель тощо.

Сучасні інформаційні технології дають змогу сумісно використовувати кількісні і якісні показники стану розвитку міста, обґрунтовувати управлінські рішення в умовах неповноти інформації, формувати класифікації явищ, що досліджуються, аналізувати зміст, широко використовувати евристичні правила тощо.

### Висновки

В основі створення міської інформаційної системи будівельного комплексу повинна бути єдина методологія управління процесами містобудування, інвестиційно-будівельною діяльністю, експлуатацією об'єктів будівництва та територій.

Математичне забезпечення для моделювання розвитку об'єктів містобудівництва необхідно розширювати за рахунок створення принципово нових моделей, які використовують моделі представлення знань. Необхідно розробляти інформаційні технології, які будуть враховувати багаторівневу структуру управління містом, багатоетапність прийняття управлінських рішень, невизначеність та неоднозначність, що наявні в управлінні містом.

### Список літератури

1. ДБН Б.1.1-4-2002. *Состав, содержание, порядок разработки, согласования и утверждения градостроительного обоснования. Госстрой Украины.* – Киев, 2002.

2. Сингаївська О.І. *Явища і об'єкти предметної області містобудівної діяльності// Містобудування та територіальне планування.* – Вип.. 32. – К.: КНУБА, 2009. – С. 22-37.

3. Гайна Г.А. *Концепція багатомодельного підходу до розробки інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень у містобудівництві// Управління розвитком складних систем.* – Вип.. 1. – К.: КНУБА, 2009. – С. 28-34

4. Васильев В.И., Ильясов Б.Г. *Интеллектуальные системы управления. Теория и практика.* – М.: Радиотехника, 2009. – 392 с.

5. Дроздова И.В. *Управление инвестиционной деятельностью при реконструкции жилой застройки мегаполиса.* – СПб.: Изд-во СПбГАСУ, 2008. – 120 с.

Стаття надійшла до редколегії: 4.11.2010

**Рецензент:** д-р.техн.наук, С.В. Цюцюра професор, Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ