

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА

І. С. ТВОРОШЕНКО

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ
з дисципліни

**«ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ
В УПРАВЛІННІ ТЕРИТОРІЯМИ»**

*(для студентів 5 курсу денної форми навчання спеціальностей
7.08010105 – Геоінформаційні системи та технології,
8.08010105 – Геоінформаційні системи та технології
та студентів 6 курсу заочної форми навчання спеціальності
7.08010105 – Геоінформаційні системи та технології)*

Харків
ХНУМГ ім. О. М. Бекетова
2015

Творошенко І. С. Конспект лекцій з дисципліни «Геоінформаційні системи в управлінні територіями» (для студентів 5 курсу денної форми навчання спеціальностей 7.08010105 – Геоінформаційні системи та технології, 8.08010105 – Геоінформаційні системи та технології та студентів 6 курсу заочної форми навчання спеціальності 7.08010105 – Геоінформаційні системи та технології) / І. С. Творошенко; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2015. – 87 с.

Автор канд. техн. наук, доцент І. С. Творошенко

Рецензент д-р. техн. наук, професор К. О. Метешкін

Рекомендовано кафедрою геоінформаційних систем, оцінки землі та нерухомого майна, протокол № 1 від 29 серпня 2015 року.

© І. С. Творошенко, 2015

© ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2015

ЗМІСТ

Вступ.....	4
1 Принципи управління територіями.....	6
1.1 Основні поняття і визначення.....	6
1.2 Теоретичні основи застосування геоінформаційних технологій в управлінні територіями.....	25
2 Геоінформаційні системи в екологічному плануванні та плануванні земельно-господарського устрою.....	40
2.1 Геоінформаційні системи для управління містами і територіями.....	40
2.2 Практичні аспекти використання геоінформаційних технологій в управлінні територіями	67
Перелік використаних джерел.....	86

ВСТУП

Метою викладання навчальної дисципліни «Геоінформаційні системи в управлінні територіями» є формування знань, умінь та навичок, наукових положень з розробки та побудови муніципальних геоінформаційних систем, особливостей визначення стратегічної мети геоінформаційних систем, стратегії планування та виконання кваліметричної оцінки території міста, визначення охоплення муніципальної системи, визначення потреб програмно-апаратних ресурсів системи та аналізу затрат/вигод від впровадження муніципальної системи за умов ризиків та невизначеності.

Завданням вивчення дисципліни «Геоінформаційні системи в управлінні територіями» є формування теоретичних знань і практичних навичок стратегії планування та виконання кваліметричної оцінки території міста, визначення потреб програмно-апаратних ресурсів системи та аналізу вигод від впровадження муніципальної системи за умов ризиків та невизначеності.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен мати компетентності пов'язані із:

- знанням компетенцій органів виконавчої влади щодо управління територіями;
- застосуванням принципів функціонування системи управління територіями;
- систематизацією та опрацюванням інформації з питань планування земельно-господарського устрою;
- застосуванням на практиці сучасних інформаційних технологій у сфері екологічного планування та планування земельно-господарського устрою.

Ключ до сталого розвитку територій лежить в оптимальному використанні і організації життєвого простору. Інструментом, який сприяє оптимальній організації території, є просторове планування. Просторове планування, до якого відносяться схеми територіального планування різних територій і генеральні плани поселень, є формалізованим уявленням фахівців і проектувальників про оптимальну просторову організацію території.

Проектні вирішення щодо просторового планування територій охоплюють практично всі аспекти життєдіяльності міста: майданчики нового житлового будівництва і реконструкції фонду, розміщення суспільно-ділових і промислових зон, виділення зон для медичних і навчальних установ, розвиток рекреаційних і спортивних об'єктів, формування природного каркаса міста, що складається з парків, скверів, лісопарків і міських лісів.

Окремі рішення присвячені розвитку вулично-дорожньої мережі і суспільного транспорту, реконструкції і модернізації інженерної інфраструктури, захисту території від надзвичайних ситуацій, охороні природи.

Найважливіший етап в розвитку територій – територіальне планування вже не обходиться без геоінформаційних систем, які привносять можливість постійної актуалізації необхідної документації, наукову обґрунтованість пропозицій, заснованих на накопичених і наочно представлених даних, можливість моделювання різних сценаріїв, використання створених в геоінформаційних системах матеріалів для містобудівного і екологічного моніторингу [1].

Потреба ефективніше вирішувати питання управління, планування, інвентаризації і експлуатації інженерних комунікацій також призводить до упровадження геоінформаційних систем як в муніципальних утвореннях, так і на великих підприємствах.

У місті земля повинна розглядатися не тільки як площа, але і як сума деяких підземних і надземних територій. Тому тут невимірний вищий ступінь техногенної і антропогенної дії на всі категорії земель. Якщо землі міста розглядати як об'єкт управління, то кінцевою метою моніторингу земель є збір і постійна актуалізація інформації для ухвалення управлінського рішення.

Сучасна тенденція створювати тривимірні моделі реальності повністю підхоплена і розвинена ГІС-технологією. Геоінформаційна система виступає як база інформаційно-аналітичних систем, інтегруючих в собі актуальні дані, необхідні для управління територіальним плануванням на локальному і регіональному рівнях.

Геоінформаційні системи дозволяють по-новому, більш глибоко поглянути на проблему територіального планування і управління територією, комплексно підійти до її вирішення і надають необхідний для цього інструментарій.

1 ПРИНЦИПИ УПРАВЛІННЯ ТЕРИТОРІЯМИ

1.1 Основні поняття і визначення

План

1. Територіальні інформаційні системи управління.
2. Геоінформаційний і просторовий аналіз територій.
3. Види геоінформаційного аналізу.
4. Види бази геоданих територіального управління.

Інформаційна система управління – це сукупність інформації, економіко-математичних методів і моделей, технічних та програмних засобів і фахівців, що призначена для обробки інформації та прийняття управлінських рішень.

Класифікація інформаційних систем управління залежить від видів процесів управління, рівня управління, сфери функціонування економічного об'єкта та його організації, ступеня автоматизації управління.

Основними класифікаційними ознаками автоматизованих інформаційних систем є [2]:

- рівень в системі державного управління;
- область функціонування об'єкта;
- види процесів управління;
- ступінь автоматизації інформаційних процесів;
- рівень структурованості вирішуваних завдань;
- характер використання інформації.

За рівнем державного управління автоматизовані інформаційні системи поділяються на територіальні (регіональні) інформаційні системи та муніципальні інформаційні системи, які є інформаційними системами високого рівня ієрархії в управлінні.

Територіальні (регіональні) інформаційні системи призначені для вирішення інформаційних завдань управління адміністративно-територіальними об'єктами, розташованими на конкретній території.

Муніципальні інформаційні системи функціонують в органах місцевого самоврядування для інформаційного обслуговування фахівців і забезпечення обробки економічних, соціальних і господарських прогнозів, місцевих бюджетів, контролю та регулювання діяльності всіх ланок соціально-економічних областей міста або адміністративного району.

Автоматизовані інформаційні системи – людино-машинні системи, що забезпечують автоматизований збір, обробку та передачу інформації, необхідної для прийняття управлінських рішень в організаціях різного типу.

Автоматичні інформаційні системи характеризуються виконанням всіх операцій з обробки інформації автоматично, без участі людини, але залишають за людиною контрольні функції.

Чим точніше математичний опис завдання, тим вище можливості комп'ютерної обробки даних і тим менше ступінь участі людини в процесі її вирішення. Це і визначає ступінь автоматизації завдання.

Розрізняють три типи завдань, для яких створюються інформаційні системи:

- структуровані;
- неструктуровані;
- частково структуровані.

Структуровані завдання – це завдання, в яких відомі всі елементи і взаємозв'язки між ними.

Неструктуровані завдання – це завдання, в яких неможливо виділити елементи і встановити між ними зв'язки.

У структурованому завданні вдається виразити зміст у формі математичної моделі, що має точний алгоритм рішення. Метою використання інформаційної системи для вирішення структурованих задач є повна автоматизація їх вирішення, тобто зведення ролі людини до нуля.

Вирішення неструктурованих завдань пов'язано з великими труднощами через неможливість створення математичного опису та розробки алгоритму. Немає можливості ефективного використання інформаційної системи. Рішення у таких випадках приймається людиною з евристичних міркувань на основі свого досвіду і, можливо, непрямой інформації з різних джерел.

За характером використання інформації розрізняють [3]:

- інформаційно-пошукові системи;
- інформаційно-вирішальні системи.

Інформаційно-пошукові системи роблять введення, систематизацію, зберігання, видачу інформації за запитом користувача без складних перетворень даних.

Інформаційно-вирішальні системи здійснюють всі операції переробки інформації за певним алгоритмом, серед них можна провести класифікацію за ступенем впливу виробленої інформації на процес прийняття рішень і виділити два класи: управляючі і ті, що дають поради.

Управляючі інформаційні системи виробляють інформацію, на підставі якої людина приймає рішення. Для цих систем характерний тип завдань розрахункового характеру і обробка великих обсягів даних.

Ті, що дають поради (експертні) інформаційні системи виробляють інформацію, яка приймається людиною до відома і не перетворюється негайно у серію конкретних дій. Ці системи володіють більш високим ступенем інтелекту, так як для них характерна обробка знань, а не даних.

Територіальна інформаційна система (ТІС) – це географічна інформаційна система, призначена для забезпечення процесів вироблення оптимальних просторових рішень на основі використання актуальної, достовірної та комплексної геоінформації і методів геоінформаційної обробки даних [4].

Узагальнена мета створення територіальної інформаційної системи полягає у формуванні механізму інформаційного забезпечення систем життєзабезпечення та соціально-економічного розвитку регіону.

У тимчасовому аспекті мета створення територіальної інформаційної системи поділяється на три основних мети [4]:

- короткострокова мета – інтеграція і комплексне уявлення різномірної за тематичною спрямованістю геоінформації в єдиний геоінформаційний простір;

- середньострокова мета – забезпечення основних груп споживачів актуальною, достовірною та комплексною геоінформацією для оцінки стану території і прийняття просторових рішень;

- довгострокова мета – впровадження геоінформаційних методів моделювання, аналізу та прогнозування безпосередньо в процеси вироблення просторових рішень з метою їх оптимізації, підвищення оперативності та обґрунтованості, більш раціонального використання наявних ресурсів.

Інформаційний зміст територіальної інформаційної системи обґрунтовується необхідністю інформаційного подання території з позицій потреб її розвитку, функціонування економіки, життєзабезпечення населення.

Основні напрямки використання геоінформаційної системи під час здійсненні діяльності, пов'язаної з управлінням територіями, включає вивчення:

- соціально-економічного стану;
- екології, ресурсів і природокористування;
- транспорту та зв'язку;
- комунального господарства та будівництва;
- сільського господарства;
- охорони здоров'я, освіти і культури;
- соціально-політичного стану.

Місто є складним виробничо-територіальним комплексом [4].

За сукупністю виконуваних функцій сучасні міста, особливо великі, найбільші та надвеликі формуються і розвиваються як багатогалузеві територіально-виробничі комплекси.

В основі прогнозування розвитку міста, як соціального організму, лежить генеральний перспективний план розвитку територіально-виробничого і соціально-економічного комплексів з детальним територіальним аспектом.

В основі концепції генерального плану лежить довгостроковий перспективний план економічного і соціального розвитку. Саме на стадії формування концепції генерального плану територія з елемента навколишнього середовища (територіального ресурсу) перетворюється на елемент містобудівної системи. Населення у результаті всіх видів своєї діяльності визначає кількість і якість територій для всіх видів використання.

Кількість території визначається планованим обсягом даного виду діяльності в розрахунку на перспективу, а критерії до якості території визначаються видом її використання.

Функціональне використання території – здійснення на ній певних видів діяльності (проживання, господарська діяльність, відпочинок, охорона навколишнього середовища).

Функціональне використання території виражається в планувальних обмеженнях, які впливають на спектр можливого функціонального використання конкретної території. При цьому абсолютно неважливо, яку природу ці планувальні обмеження мають: природну чи техногенну, пов'язану з особливостями взаємного розташування різних за видом використання територій.

Територія, як просторовий ресурс міського розвитку, має ряд особливостей, що виділяють її з числа інших природних ресурсів. Головна відмінність полягає в тому, що вона прямо не входить у процес праці, будучи лише речовою її умовою. При виконанні одного і того ж переліку робіт на одному і тому ж обладнанні, але на різних за якістю територіях може бути отриманий різний економічний результат. Ця залежність продуктивності праці від просторових умов дає підставу розцінювати територію як вираження споживчої цінності її, як ресурсу. Не тільки вид використання висуває певні вимоги до якості території, але і якість території визначає вид її використання.

Система управління міськими територіальними ресурсами повинна забезпечувати виконання двох функцій [4]:

- забезпечення загальнодержавних інтересів;
- забезпечення інтересів окремих членів суспільства.

Управління міськими територіями має включати в себе [1]:

- планування;
- регулювання;
- організацію;
- контроль за використанням земель.

Основу системи управління міськими територіями складають [4]:

- об'єкт,
- суб'єкт,
- предмет,
- мета,
- завдання,
- функції управління.

Об'єкт управління – вся територія у межах міста, що відрізняється за характером використання, правовим статусом, а також земельні ділянки, що не ввійшли у землекористування (землі загального користування) [4].

Предмет управління – процеси організації використання території, які в межах міської території забезпечують реалізацію всього різноманіття потреб його жителів [4].

Різноманіття потреб призводить до різноманіття способів використання земель, що підлягають управлінню.

До числа таких способів відносяться [4]:

- здійснення територіальної організації використання землі в межах землекористування, окремих ділянок (масивів), земель (землевпорядкування, планування, зонування);
- інженерне забезпечення процесу використання земель;
- встановлення правового статусу земель (власність, користування, оренда, обмеження, обтяження);
- встановлення напрямів і видів використання землі;
- впровадження економічно та екологічно ефективних технологій використання землі;
- аналіз природного та економічного стану земель.

Мета управління територіями – виявлення потреб суспільства на основі використання властивостей конкретного земельного ресурсу [4].

Метою управління земельними ресурсами є створення та забезпечення функціонування системи земельних відносин та землекористування, що дозволяють найбільшою мірою задовольняти потреби суспільства, пов'язані з використанням землі [1].

Мета відображає перспективний стан територіальних ресурсів та процесу їх використання і є плануванням використання міських територій.

Оскільки до складу міських земель входять території, що мають різний юридичний статус і належать різним користувачам, то для полегшення процесу управління створюються загальні правила і встановлюються межі використання території.

Сучасна мета управління земельними ресурсами має бути зорієнтована на максимум економічного ефекту при забезпеченні гарантованого соціального та екологічного рівня.

Кадастрова (економічна) оцінка дає можливість обґрунтованої відповіді на питання: за чий рахунок і наскільки ефективно здійснюється використання і розвиток окремих територій і міської земельної нерухомості в цілому.

Управління міськими територіями може здійснюватися двома способами:

- безпосереднє управління;
- опосередковане управління.

Опосередковане управління виконує роль нормативно-правової бази, що регламентує містобудівну діяльність, а безпосереднє управління – реальний механізм впливу на розподіл міських земель.

Складність процесів, що відбуваються у містобудівній системі, їх значна невизначеність і неоднозначність знайшли відображення в різноманітті методів постановки завдань і визначенні ефективності управлінських рішень.

Серед найбільш поширених методів можна виділити [2]:

- директивний;
- аналітичний;
- експертних оцінок;
- розрахунково-кореляційний;
- економіко-математичне моделювання.

Кожен з цих методів, що використовуються під час прийняття управлінських рішень, має свої переваги і недоліки.

Оптимізація безпосереднього управління міськими територіальними ресурсами неможлива без добре поставленої системи містобудівного кадастру і моніторингу містобудівної діяльності.

Так, при зборі та аналізі даних про стан міста і процесах управління службами кадастру відбувається вивчення споживчих властивостей території (обстеження, інвентаризація територій, будівель і споруд), ведення міського кадастру (реєстрація, облік, оцінка) і моніторингу земель, створення і ведення геоінформаційних систем [5].

При виробленні управлінського рішення проводиться містобудівне прогнозування, кадастрова оцінка, на підставі якої відбувається планування використання земель.

Реалізація управлінського рішення передбачає державний перерозподіл земель (вилучення, відведення), організацію та фінансування заходів щодо зміни стану міських земель, облаштування та оформлення землекористування, регулювання ринкового обороту міських земель, економічне стимулювання раціонального землекористування.

Цінове зонування території, отримане при кадастровій оцінці міських територій, є реальним економічним важелем стимулювання раціонального використання міських територій.

При контролі за функціонуванням сформованого процесу та його коригуванні служби міського кадастру виконують обліково-реєстраційні функції за всіма аспектами кадастрового обліку міських територій.

Містобудування в сучасному розумінні – це теорія і практика планування і забудови міст (поселень), що охоплює комплекс соціально-економічних, санітарно-гігієнічних, технічних і архітектурно-художніх проблем [2].

Економічні задачі включають в собі доцільний вибір, планомірне та економічно виправдане освоєння території для всіх видів будівництва, ефективного використання природних ресурсів, визначення найраціональнішої системи розселення.

До технічних задач відноситься інженерна підготовка території, організація системи вулиць і площ, організація транспортного обслуговування, впорядкування, забезпечення всіма видами інженерного устаткування (каналізація, водо-, тепло-, енергопостачання, зв'язок).

Санітарно-гігієнічні завдання включають створення найсприятливіших і здоровіших умов для життя населення (мікроклімат, ступінь озеленення, необхідна інсоляція, чистота повітря, захист навколишнього середовища).

Архітектурно-художні задачі включають створення композицій як для поселення в цілому, так і при плануванні окремих його елементів – вулиць, площ, внутрішньоквартальних просторів, створення архітектурно-ландшафтних ансамблів в гармонійному поєднанні будівель з природними умовами місцевості (рельєфом, водоймищами, рослинністю).

Всі ці задачі повинні розв'язуватися комплексно в тісному взаємозв'язку як різні сторони єдиного процесу, який і є змістом предмету містобудування.

На планування міст роблять вплив такі чинники [1]:

- місце міста в системі розселення;
- природно-кліматична характеристика вибраної території;
- профіль та величина містоутворювальної групи підприємств;
- організація транспортних зв'язків між житловими районами та місцями праці;
- врахування перспективного розвитку міста;
- вимоги охорони навколишнього середовища;
- умови інженерного устаткування території;
- вимоги економіки будівництва;
- архітектурно-художні вимоги.

Ці чинники знаходять віддзеркалення в планувальній структурі міста, тобто в поєднанні житлової забудови з місцями масових відвідувань, зв'язаних мережею магістральних вулиць і площ.

Переважає одного з чинників або сумарна дія декількох визначає тип планувальної структури: компактний, розчленований та розподілений.

Компактний тип характеризується розташуванням всіх функціональних зон міста в єдиному периметрі. Розчленований тип виникає при перетині території міста річками, ярами або транзитною залізницею. Розподілений тип припускає декілька міських планувальних утворень, які зв'язані між собою транспортними лініями.

Крім того, план міста може мати розчленовано-лінійну форму при розташуванні його уздовж берега великої річки та лінійну, що виникає внаслідок лінійно-паралельного зонування промисловості, житла і характеру процесу розвитку міста.

До основних планувальних елементів міста відносять [4]:

- житлові будівлі, об'єднані в житлові мікрорайони і квартали;
- будівлі адміністративно-суспільних установ і підприємств;
- культурно-побутового обслуговування населення;
- вулиці і площі, набережні, мости і тунелі;
- промислові підприємства;
- пристрої зовнішнього транспорту: залізничного, водного, повітряного, автодорожнього;
- комунальні підприємства і споруди:
- майно внутрішньоміського транспорту, міського водопроводу і каналізації, електростанції і теплоелектроцентралі, газові заводи;
- водоймища природні і штучні;
- санітарно-захисні зони.

Сучасне місто є складним організмом, в якому тісно переплітаються соціальні, архітектурно-планувальні, інженерні і економічні засади. Для того, щоб зручно і раціонально організувати життя цього складного організму, в основу планувального рішення міста закладається зонування його території виходячи з функціональних ознак і видів міського будівництва.

Відповідно до ДБН360-92 територія міста по своєму функціональному призначенню ділиться на такі зони [1]:

а) селітебні зони, в яких розміщуються житлові мікрорайони і квартали; ділянки адміністративно-суспільних установ і установ культурно-побутового обслуговування населення; зовнішньоквартальні зелені насадження та спортивні споруди загального користування; вулиці і площі; окремі промислові підприємства нешкідливого виробничого профілю, склади, засоби зовнішнього транспорту; незручні для забудови і ще не використані ділянки;

б) промислові зони, в яких розміщуються промислові підприємства з обслуговуючими культурно-побутовими установами, вулицями, площами і дорогами, зеленими насадженнями;

в) транспортні зони, займані пристроями зовнішнього транспорту;

г) комунально-складські зони;

д) санітарно-захисні зони, що відділяють промислові підприємства і транспортні пристрої від житла.

Зонування території спрямоване на забезпечення сприятливого середовища життєдіяльності, захист територій від несприятливого впливу надзвичайних ситуацій природного і техногенного характеру, запобігання надмірної концентрації населення і виробництва, забруднення навколишнього природного середовища, охорону та використання, у тому числі природних ландшафтів, територій історико-культурних об'єктів та лісових угідь.

Обмеження для використання територій з метою містобудівної діяльності встановлюються для таких зон [1]:

- зони охорони пам'яток історії та культури, заповідні зони;
- зони особливої охорони природних територій;
- санітарні, захисні та санітарно-захисні зони;
- водоохоронні зони та прибережні захисні смуги;
- зони санітарної охорони джерел водопостачання;
- зони залягання корисних копалин;
- території, що зазнали дії надзвичайних ситуацій;
- зони надзвичайних екологічних ситуацій та екологічних лих;
- зони з екстремальними природно-кліматичними умовами.

З урахуванням обмежень на використання територій визначається функціональне призначення територій та інтенсивність їх використання. Дані про використання територій та встановлення зон і обмежень на їх використання включаються до правил забудови.

При плануванні розвитку міських територій важливе значення має правильне взаємне розміщення функціональних зон.

Так, селітебна зона повинна займати в місті найбільш сприятливі ділянки: сухі, підвищені, наближені до зелених масивів і водоймищ. По відношенню до промислової зони селітебну територію слід розташовувати з навітряного боку і вище за течією річок.

Промислову зону рекомендується розміщувати на території зі спокійним рельєфом, забезпечуючи її зручними транспортними зв'язками з місцями розселення зайнятих на підприємстві працівників і об'єктами зовнішнього та міського транспорту.

Комунально-складську зону бажано наближати до промислових районів міста, використовуючи незручні та обмежено придатні для будівництва землі і санітарно-захисні зони промислових підприємств та інших об'єктів.

Зона зовнішнього транспорту повинна бути ув'язана з вулично-дорожньою мережею міста. Залізничні вокзали слід розміщувати з боку основної частини сельбищної території, забезпечуючи зручні транспортні зв'язки з загальноміським центром, житловими і промисловими районами.

Рекреаційну зону доцільно передбачати на ділянках зелених масивів і водоймищ, ближче до периферії міста, з урахуванням транспортних зв'язків.

Правильне функціональне зонування забезпечує [1]:

- охорону міського середовища;
- раціональне використання міських територій;
- більш економну витрату коштів на міське будівництво;
- найбільш сприятливі умови проживання населення.

Значною мірою позитивні наслідки функціонального зонування досягаються завдяки науково-обґрунтованому нормуванню територій під функціональні зони.

Селітебна зона розміщується з навітряного боку для вітрів переважаючого напрямку, а так само вище за течією річок відносно до промислових підприємств, які є джерелами забруднення навколишнього середовища.

Виробнича зона повинна розташовуватися так, щоб можна було організувати зручні транспортні і пішохідні зв'язки з місцями мешкання трудящих, тобто з селітебною зоною.

Території для виробничих зон вибирають з урахуванням безперешкодного приєднання їх до ліній зовнішнього транспорту. Залежно від інтенсивності виділення шкідливих речовин виробничими підприємствами промислова зона розміщується на різній відстані від селітебної.

Санітарні норми проектування підрозділяють промислові виробництва на п'ять класів, кожному з яких відповідає своя санітарно-захисна зона (м) [1]:

- I клас – 1 000;
- II клас – 500;
- III клас – 300;
- IV клас – 100;
- V клас – 50.

Відповідно до такої класифікації в практиці забудови міст визначилися три характерні випадки розташування виробничої та селітебної зон:

а) селітебна зона розміщується на значній відстані від промислової, яка включає підприємства I і II класів: чорної і кольорової металургії, нафтохімічні і хімічні, цементні заводи, ТЕЦ. При особливій шкідливості виробничих виділень ширина захисної зони збільшується до декількох кілометрів;

б) другий випадок пов'язаний з розміщенням промисловості біля меж селітебної території. При такому розміщенні в промислову зону допускається включення підприємств, які відносяться за санітарною класифікацією до III і IV класів незалежно від величини вантажообігу, а також підприємств V класу, які не виділяють виробничі відходи, але вимагають використання залізничних колій;

в) третій випадок характеризується утворенням виробничо-селітебних районів, в яких промислові підприємства розміщуються в межах селітебної території. Таке розміщення допускається для підприємств IV і V класів, що не вимагають проводки залізничних колій.

При визначенні взаємного розташування промислової та селітебної території враховується і рівень шуму, видаваний окремими видами підприємств. Комунально-складська зона міста розташовується в зручному зв'язку із зовнішніми транспортними мережами. У комунально-складській зоні виділяються райони для комунальних і складських підприємств. У найбільших, крупних і великих містах такі райони слід розміщувати розосереджено.

Зона зовнішнього транспорту включає території залізничного, автомобільного, водного і повітряного транспорту. Зовнішні транспортні лінії проектують в органічному зв'язку з вулично-дорожньою мережею міста і його видами транспорту.

Такий комплексний підхід забезпечує високий рівень комфорту перевезення пасажирів, раціональність місцевих і транзитних вантажних перевезень, а так само сприяє економічності будівництва транспортних об'єктів і їх експлуатації. Комплекс транспортних засобів і споруд зовнішнього і міського значення, які виконують операції на місцевих і міських перевезеннях пасажирів і вантажів, утворюють транспортний вузол.

Селітебна, промислова, транспортна, складська зони разом з супутніми їм санітарно-захисними зонами складають забудовану територію міста.

Поза забудованою територією, але в межах міської межі розміщуються міські лісопарки, міські комунальні підприємства і пристрої (розплідники, водозабірні споруди і очисні споруди міського водопроводу, очисні споруди міської каналізації, заводи утилізації, резервні території, які використовуються іноді з сільськогосподарською метою, кладовища та крематорії), що за експлуатаційних і санітарно-гігієнічних умов не можуть бути розміщені в забудованій частині міста. У місті не всі елементи рівнозначні по тяжінню до них населення. Деякі елементи є місцями масового користування: промислові підприємства, найважливіші адміністративно-суспільні установи, вищі навчальні заклади, залізничні і водні вокзали, стадіони, парки.

Розміщення цих об'єктів, що створюють великі транспортні потоки, визначає загальну конфігурацію мережі магістральних вулиць і площ міста.

Загальноміський центр завжди був основним ядром, навколо якого організовується план міста. Загальноміський центр розташовується, більш центрально відносно до всієї забудовуваної території міста, поблизу від перетину основних магістральних вулиць.

При цьому вузол перетину основних транспортних потоків повинен розміщуватися поза головною площею центру міста щоб уникнути порушення нормального життя міста транспортом, що проходить площу транзитом.

Велику роль у формуванні планувальної структури міста виконують масиви зелених насаджень і водні простори. При розташуванні міста на обох берегах річки часто має значення одна з основних композиційних осей плану міста.

Планування міст, розташованих на березі моря або озера, відображає тяжіння міста до води. Майже у всіх містах, розташованих на берегах водоймищ, загальноміський центр зміщується від геометричного центру міської території у бік водоймища, а іноді розміщується безпосередньо на його березі.

Поєднання житлових районів, пунктів масових відвідин населенням і мережі магістральних вулиць і площ міста створює загальну планувальну структуру міста.

На практиці склалося 6 основних схем побудови вуличних мереж міста [5]:

- радіальна;
- радіально-кільцева;
- променева;
- прямокутна;
- комбінована;
- вільна.

Перші три характерні для міст, що історично склалися, які формувалися навколо кремлів, монастирів і доріг, що ведуть до них.

Прямокутна схема вуличної мережі використана в багатьох найбільших містах США. Граничний раціоналізм такого рішення робить негативний вплив на архітектурно-художню композицію міста, розвиток внутрішньоміських просторів. Прямокутна схема може знайти позитивне застосування в генеральних планах середніх і малих міст, що характеризуються невисокою забудовою і гарним озелененням.

Практика забудови нових сучасних міст найчастіше зв'язана з використанням вільної схеми планування вуличних мереж. Така схема дозволяє розташовувати міську забудову, не порушуючи природних природничих умов, і зводити до мінімуму витрати на вертикальне планування території.

Найважливішим моментом при формуванні планувальної структури міста є облік його перспективного розвитку, пов'язаного перш за все з розширенням основних функціональних зон – виробничої і селітебної. Облік перспективного розвитку міста починається на стадії районного планування, коли дане місто розглядається як складова частина групової системи населених місць. Розвиток основних зон міста передбачають в такому напрямі, який не перешкоджає би розвитку сусідніх міст і не допускає би територіального зрощення з ними.

Для розширення міста резервують спеціальні території. Їх розміри і місцезорозташування в загальній планувальній структурі міста визначають виходячи з прогнозів розширення містоутворювальної бази, зростання норми житлової площі на людину, обліку природно-кліматичних чинників, економіко-географічного положення міста, його адміністративно-культурного і наукового знання. Існують орієнтовні нормативи визначення перспективної потреби для основних зон міста. Вони визначаються з розрахунку на одну тисячу жителів.

У практиці склалося декілька характерних схем територіально-просторового розвитку основних зон міста: секторна, паралельна, з двома виробничо-селітебними комплексами в груповій системі населених місць.

У старих містах схема перспективного розвитку багато в чому визначається структурою міста, що історично склалася. У нових містах схема територіально-просторового розвитку передбачається при розробці генерального плану міста на основі обліку відмічених вище чинників.

Думка про те, що місто повинне стати об'єктом системного дослідження не нова. Один з основоположників загальної теорії систем Л. фон Берталанфі називав міське планування, вади урбанізації, перевантаженість дорогим транспортом в числі невідкладних проблем, що вимагають застосування системного підходу. У дослідженні сучасного міста все більшого значення надають таким поняттям, як «зміна», «зростання», «ієрархічна структура».

Як б з визначень поняття «система» не бралось при цьому за основу і який би зміст не вкладалося в саме слово «місто», його органічна цілісність, високий ступінь взаємозв'язаних елементів незмінно залишається очевидним і дозволяє без коливань віднести місто до розряду системних об'єктів.

У цілому, картина системних досліджень в області містобудування виглядає поки вельми скромно на фоні тих досягнень, які зв'язані із застосуванням системного підходу в інших областях. Загальний стан цих досліджень поки що не відповідає як методологічним можливостям, позначеним в загальнотеоретичних роботах з системного підходу, так і рівню завдань вдосконалення управління розвитком міст.

Причини такого положення багато в чому пояснюються специфікою міських об'єктів. Будь-який з них представляє з себе складну єдність, що включає природні чинники, матеріальні об'єкти, створювані людиною, і самих людей. Зв'язки між утворюючими місто підсистемами дуже складні, багатосторонні і в процесі активного розвитку невинно зазнають зміни, причому часто такі, які неможливо передбачати на основі досвіду.

Сам процес формування і розвитку містобудівного об'єкта протікає протягом довгого часу, впродовж якого він повинен більш-менш повноцінно функціонувати. Нарешті, матеріальні елементи, що становлять місто, – будівлі і їх частини, комунікації, інженерні пристрої – громіздкі, в процесі його розвитку незмінно виявляється свого роду інерція – необхідність зважати на те, що вже зроблене, це неминуче накладає відбиток на вироблення проектних рішень і стратегію їх реалізації. Ці особливості відрізняють містобудівний об'єкт від технічних систем і до певної міри зближують його з живим організмом.

Зв'язки між соціально-економічними чинниками розвитку всього суспільства і соціально-економічним потенціалом даного міста реалізуються залежно від зміни параметрів всієї народногосподарської системи.

Процеси, що відбуваються в цій сфері, утворюють верхній відносно до міста рівень і визначають цілі і ресурси його розвитку. Місто має з цими процесами тісні зв'язки, які реалізують через населення і нормативи забезпеченості. Перший процес визначають розвитком всього народного господарства і розміщення продуктивних сил, другий залежить від рівня добробуту і ступені розвиненості міського способу життя.

Місто подано двома підсистемами – матеріально-технічною (або будівельною) і функціонально-територіальною.

Матеріально-технічна підсистема складається з двох блоків: фонд споруд, включаючи житловий фонд, об'єкти обслуговування, фонд комунікацій, включаючи інженерну і транспортну інфраструктуру міста. Сумарний фонд міських споруд визначається чисельністю населення і нормативами забезпеченості.

Наявність таких зв'язків дозволяє використовувати різні шляхи для визначення основних параметрів узагальненого опису міста. Так, територія, займана містом при заданій чисельності населення, може бути визначена двома шляхами. Перший шлях – за участю великої кількості параметрів, припускає спочатку розрахунок функціональних підсистем (через відповідні норми забезпеченості), потім – розрахунок потрібної площі міста за елементами територіального балансу (через відповідну густину забудови).

Другий шлях дозволяє одержати площу міста із залученням тільки одного показника: густота населення, яка в цьому випадку стає узагальненою характеристикою всіх параметрів, що беруть участь в розрахунку при використанні першого шляху, нормативів забезпеченості густоти забудови.

Перший докладніший шлях розрахунку припускає використання показників густоти забудови функціональних об'єктів і часів доступності, розгорнутих за видами поїздок; другий – через середню швидкість пересувань.

Розвиток міста робить опосередкований вплив на функціонально-економічні чинники розвитку суспільства. Цей вплив можна розглядати з точки зору критеріїв соціальної ($f(T, G)$) та економічної ефективності ($f(C, E)$).

Нехай соціальна ефективність залежить від часу доступності (T) та нормативів забезпеченості (G), а економічна ефективність – від затрат на будівництво (C) та від експлуатаційних витрат (E).

Структура цих зв'язків визначає тенденції зміни характеристик міста в процесі його розвитку і дозволяє одержати узагальнений опис його стану в будь-який момент часу. Проте цей опис не дає всебічної картини міських процесів.

Не випадково, що будь-яка спроба строго та повно описати таку складну систему упирається рано чи пізно в недостатньо глибоке знання множини підсистем і елементів міста, відсутність дослідницьких засобів і математичного апарату, що дозволяє виявити і формалізувати відносини між ними.

Для рішення таких завдань необхідно розглянути житловий район, місто, систему розселення, як цілісний просторовий об'єкт, відволікаючись від детального емпіричного аналізу його підсистем. Такий об'єкт може бути поданий певним чином, як сукупність організованих матеріально-просторових елементів, причому відносини між ними цікавлять дослідника перш за все в аспекті того, як вони визначають динамічну «поведінку» системи і її розвиток за часами та просторі. Просторова організація будь-якого містобудівного об'єкта тісним чином пов'язана з соціальною організацією суспільства, природними умовами, технічними можливостями і цілим рядом інших чинників і в значній мірі підлегла їм.

Без знання особливостей дії цих чинників і визначення його конкретно-історичних закономірностей не можуть бути ґрунтовними ніякі аналізи і оцінки, а тим більше прогнозування або управління розвитком реальної містобудівної ситуації. Проте сама дія цих чинників і закономірностей виявляється тепер в просторовій організації містобудівних об'єктів і може бути адекватно описано для містобудівних цілей тільки за допомогою системи специфічно просторових уявлень. Тому місто розглядається як просторово-планувальна система, тобто як цілісна сукупність матеріально-просторових елементів, об'єднаних між собою стійкими функціонально-просторовими зв'язками. Ці зв'язки визначають структуру системи.

Міська система при великому різноманітті своїх кількісних параметрів і якісних характеристик відрізняється в більшості випадків достатньо високою стійкістю спостережуваних структур і структурних закономірностей. Тому перенесення уваги на вивчення структури (точніше, структурно-функціональної організації) виявляється достатньо ефективним.

Треба враховувати, зокрема, що на сучасному рівні наукових знань в області містобудування навряд чи правомірно ставити завдання створення всебічної та строго формалізованої теорії. Доцільніше прагнути до формування теоретико-методологічних основ теорії, тобто дослідницької орієнтації, продуктивної для подальшого поглиблення знань про місто і для математичного опису міських структур. Необхідно перш за все сформувати логічні моделі, які могли б послужити початковим етапом в загальній послідовності розробки адекватних моделей містобудівних систем.

Під містом, як об'єктом управління, розуміють складну соціально-економічну систему, що складається з декількох тісно взаємодіючих елементів:

- населення,
- географічне середовище,
- містоутворююча база, що задовольняє потреби соціально-економічної системи вищого порядку (область, регіон),
- містообслуговуюча база, що забезпечує функціонування, збереження і розвиток самого міста.

Містоутворююча база або міське господарство – це комплекс розташованих на території міста підприємств, установ і організацій, покликаних задовольняти соціально-побутові потреби проживаючого в ньому населення.

Сукупність однорідних підприємств міського господарства утворюють галузь (торгівля, житлово-комунальне господарство, охорона здоров'я, культура).

Міське господарство включає в свій склад [6]:

- житлово-комунальне господарство;
- підприємства побутового обслуговування;
- будівельну промисловість;
- підприємства торгівлі;
- підприємства охорони здоров'я;
- підприємства культури.

Розрахунки показують, що оптимальне управління міським господарством вимагає обробки колосального об'єму інформації.

Міське господарство має рядом особливостей, що відрізняють його від промисловості [7]:

- вироблена продукція в основному не має речовинної форми, а є послугами, об'єм і якість яких визначається замовником – населенням;
- виробництво і споживання продукції або повністю співпадають за часом, або мають незначний розрив, що вимагає високого ступеня оперативності управління виробництвом послуг;
- кожна з множини галузей міського господарства не може замінити іншу і повинна функціонувати в строгій відповідності з іншими галузями, тобто діяльність галузей міського господарства носить комплексний характер;
- наявність значної кількості господарюючих суб'єктів, що не входять в державну або муніципальну власність;
- основний термін оперативного планування діяльності об'єктів міського господарства – робочий день (зміна або доба).

Система управління містом має ієрархічну структуру. На верхньому рівні знаходяться міський законодавчий орган і перші керівники міста, на середньому рівні знаходяться координуючі і плануючі органи (департаменти, комітети), на нижньому рівні – технологічні органи, що реалізують конкретні завдання (муніципальні служби і муніципальні підприємства: міського транспорту, комунального господарства, побутового обслуговування, житлового будівництва).

Питання місцевого значення – це питання безпосереднього забезпечення життєдіяльності населення [8]:

– ухвалення і зміна статутів муніципальних осередків, контроль за їх дотриманням;

– володіння, користування і розпорядження муніципальною власністю;

– комплексний соціально-економічний розвиток муніципальної освіти;

– зміст і використання муніципального житлового та нежитлового фонду;

– регулювання планування і забудови територій муніципальної освіти;

– творення умов для житлового і соціально-культурного будівництва;

– контроль за використанням земель на території муніципальної освіти;

– організація, зміст і розвиток муніципальних енерго-, газо-, тепло- і водопостачання і каналізації;

– муніципальне дорожнє будівництво і використання доріг місцевого значення;

– впорядкування і озеленення території;

– збереження пам'яток історії і культури;

– участь в охороні навколишнього середовища на території муніципального осередку;

Зрозуміло, що місто є достатньо складним об'єктом управління і як наслідок складним об'єктом з погляду його автоматизації.

Не викликає сумніву, що розробка і впровадження автоматизованих систем для міста повинні плануватися поетапно, і що процес автоматизації може зайняти достатньо тривалий час. Власне це і має місце насправді.

Аналізуючи реальну ситуацію можна зазначити, що автоматизація міст проходить три фази:

– розробка автономних автоматизованих робочих місць;

– автоматизація окремих функцій або груп функцій (функціональних областей) на базі локальних обчислювальних мереж;

– створення муніципальної інформаційної системи на основі загальноміського телекомунікаційного програмно-технічного середовища.

Автоматизована система в повному об'ємі з'являється на третій найтривалішій фазі.

Місто як область для автоматизації володіє рядом специфічних особливостей. Кількість типів соціально-економічних об'єктів, що виділяються в предметній області міста, порівняно мало. Воно обчислюється десятками, а не сотнями, як в інших предметних областях.

Кількість екземплярів об'єктів дуже велика. Найголовніше полягає в тому, що у цих об'єктів дуже широкий атрибутивний спектр, тобто вони володіють дуже великим набором атрибутів (про екземпляр об'єкта потенційно відомо дуже багато фактів).

Автоматизація зачіпає в тому або іншому ступені всі підприємства на території міста і їх можна розбити на чотири групи [1]:

- мерія (зі всіма відділами, комітетами і управліннями);
- муніципальні підприємства;
- немуніципальні підприємства, що знаходяться на території міста;
- мешканець міста (вироджене підприємство).

При цьому слід мати на увазі, що до 80% даних, вироблених підприємством, в ньому ж і використовують.

Будь-яка конкретна автоматизована система мусить жити довго і еволюціонувати разом з містом. Тому вона може ґрунтуватися на не менш довготривалих чинниках, пов'язаних з об'єктом автоматизації, тобто з містом. Такими чинниками є основні функції (вони достатньо стійкі і не міняються десятиліттями), що автоматизуються, і основні соціально-економічні об'єкти (житель міста, підприємство, будівля), які в номенклатурі своїй навіть більш життестійкі, ніж функції.

Структура ж органів управління більш змінна: раз в чотири-п'ять років вона гарантовано зазнає більш-менш істотні зміни (міняється склад відділів і комітетів мерії, з'являються нові і зникають старі служби, перерозподіляються функції між тематично близькими комітетами).

1.2 Теоретичні основи застосування геоінформаційних технологій в управлінні територіями

План

1. Сучасні підходи до створення геоінформаційних систем.
2. Характеристики сучасних геоінформаційних систем.
3. Особливості проектування геоінформаційних систем.
4. Етапи створення геоінформаційного проекту.
5. Геоінформаційна система як розподілена інформаційна система.
6. Управління інформацією в геоінформаційних системах.

Одним із домінуючих чинників в управлінні територіями є географічний фактор. Незалежно від рівня управління, стилю керівництва і завдань, чи то стратегічне планування або вирішення господарських «невідкладних» завдань, треба знати географію, де знаходиться об'єкт, і чому він там знаходиться.

Мета, яка традиційно стоїть перед управлінцями – це оптимізація [2].

Саме за допомогою використання природних просторових характеристик об'єктів вирішують оптимізаційні задачі. Сьогодні кількість накопичуваної і легко доступної інформації стала постійно збільшуватися, з'явилася можливість врахувати і проаналізувати велике число відомих факторів, що впливають на об'єкт або процес.

Принцип імітаційного моделювання полягає в тому, що місто розглядається як складна система, життєдіяльність якої, функціонування і розвиток визначається взаємодією підсистем. На відміну від математичної моделі, імітаційна модель допускає втручання в її роботу на будь-якому етапі моделювання, перебудову, вставку і усунення окремих блоків без істотної перебудови основних блоків. Її структура незалежна від характеру використаних змінних і точності вихідних даних.

Гнучкість, адаптивність і нечутливість до зміни структури і характеру змінних є перевагою імітаційних моделей. Для отримання достовірних результатів необхідно дуже чітко визначати вихідні передумови.

Обмеження на практичне застосування імітаційних моделей [2]:

- такі моделі носять дослідницький характер;
- зустрічається неадекватне відображення реальних явищ, як при описі самої системи, так і при прийнятті рішень з управління нею;
- «відчуження» спеціалістів та осіб, що приймають рішення, від процесів моделювання та прийняття рішень.

Імітаційне моделювання є ефективним інструментом у практиці підготовки прийняття управлінських рішень.

Основною перевагою імітаційних моделей є можливість вирішення завдань будь-якої складності в реальному масштабі часу. Імітаційні моделі відрізняються від аналітичних тим, що вони не формують якоесь власне рішення, а лише служать для перевірки гіпотез.

Основний недолік, як і будь-якого чисельного методу, це те, що вирішення завжди носить приватний характер.

При використанні методів моделювання необхідно дотримуватися правила: якщо можливо, то спочатку використовують методи аналітичного моделювання, оскільки воно дає можливість зробити загальні висновки та оцінки.

Імітаційне моделювання застосовується, якщо [2]:

- не існує закінченої математичної постановки задачі або не розроблені методи вирішення математичних моделей;
- є аналітичні моделі, але математичні процедури виключно складні, трудомісткі, імітаційне моделювання дає більш простий спосіб вирішення;
- аналітичні вирішення існують, але реалізація неможлива через недостатню математичну підготовку наявного персоналу;
- крім оцінки певних параметрів, бажано здійснити на імітаційній моделі спостереження за ходом процесу;
- не є можливою постановка натурального експерименту і спостереження явища в реальних умовах;
- необхідний облік довгострокової дії системи або процесів, може знадобитися «стиснення» тимчасової шкали.

Імітаційне моделювання дає можливість повністю контролювати хід досліджуваного процесу, оскільки явище може бути прискорене або сповільнене за бажанням.

При імітаційному моделюванні містобудівних рішень вибір критеріїв і обмежень, постановка цілей і розробка власне моделі, проведення модельних експериментів тісно взаємопов'язані, коректуються і постійно уточнюються.

При імітаційному моделюванні об'єктом моделювання виступає містобудівне рішення. Формується не остаточне рішення, а аналізуються наслідки можливих рішень, що виникли при дослідженні.

За допомогою імітаційних моделей із заданим заздалегідь механізмом управління можна отримати оцінку впливу різних альтернатив на поведінку об'єкта, розглядати основні закономірності його функціонування, виявляти критичні шляхи розвитку.

Імітаційне моделювання починається з вивчення модельованої системи – міста, а потім опису її у вигляді логічних схем і функціональних взаємозв'язків.

Під час прийняття рішень на проектній та передпроектній стадії імітаційні моделі можуть виконувати різні функції [2]:

- імітаційна модель є формалізованим поданням теорії функціонування містобудівної системи;

- імітаційна модель є засобом формування області допустимих тенденцій (напрямів) розвитку містобудівних систем, альтернативних планів і впливів на систему, які використовуються особами, які приймають рішення;

- імітаційні експерименти і їх результати використовуються для підвищення рівня розуміння фахівцями функціонування і внутрішнього механізму містобудівних систем при прийнятті рішень;

- імітаційна модель є засобом оцінки альтернативних напрямків розвитку містобудівних систем, представлених на розгляд в моделі. Особи, які приймають рішення, отримують можливість приймати їх з урахуванням оцінки можливих наслідків керуючих впливів;

- імітаційна модель використовується для перевірки аналітичних результатів, отримання контрольних цифр майбутнього розвитку містобудівних систем, що представляють собою вихідні дані для розробки проектів і планів.

Через велику трудомісткість реалізація такого процесу можлива тільки засобами спеціальної системи, що складається із сукупності взаємозалежних комплексів, призначених для розробки і контролю реалізації (моніторингу) намічених проектом заходів.

Такі автоматизовані комплекси є необхідною сукупністю програмних і технічних засобів, інформаційне забезпечення яких дозволяє вести постійний контроль за станом об'єкту і оперативний пошук оптимального вирішення виникаючих проблемних ситуацій.

Автоматизовані комплекси повинні бути орієнтовані на такі цілі [9]:

- аналіз альтернатив і оцінку містобудівних, соціально-економічних та екологічних наслідків намічених програм;

- вибір стратегії територіально планувального розвитку міста;

- оцінку пропозицій по об'ємно просторовим вирішенням містобудівних систем.

Перший комплекс передбачає оптимальне розв'язання соціально-економічних проблем, а саме обґрунтування нормативно-цільової моделі в економічному аспекті.

Другий комплекс орієнтований на вироблення оптимальної стратегії розвитку територіально планувальної структури, послідовності освоєння резервних майданчиків.

Третій комплекс передбачає аналіз об'ємно просторових рішень.

Особливо складно це завдання вирішується у великих містах, при складному рельєфі.

Метою планування при управлінні територіями є знаходження плану розміщення міського будівництва, найкращого в соціально-економічному відношенні для міста в цілому. Такий план називається оптимальним.

Для визначення оптимального плану використання території міста і відповідних цим планом економічних оцінок території може бути використана спеціальна модель лінійного програмування.

Математична модель визначення оптимального використання міських територій набуває такий вигляд: знайти такі $x_{ik} \geq 0$ (набір територій i ділянки, перетвореної k_i способом), при яких досягає мінімуму лінійна функція [2]:

$$L = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^{K_i} c_{ik} * x_{ik} \rightarrow \min, i = 1, 2, \dots, n, k_i = 1, 2, \dots, K_i, \quad (1.1)$$

де c_{ik} – наведені витрати на перетворення i ділянки k_i способом, грн / га;

x_{ik} – територія i ділянки, перетворена k_i способом, га;

i – номер оцінюваного району;

k_i – номер способу перетворення (реконструкція, забудова) i району.

Виконуються умови [2]:

$$\sum_{k=1}^{K_i} x_{ik} \leq S_i, i = 1, 2, \dots, n, \quad (1.2)$$

де S_i – територія i оцінюваного району, га,

$$\sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^{K_i} x_{ik} * V_{ikl} \geq A_i, l = 1, 2, \dots, r, \quad (1.3)$$

де l – номер містобудівної функції або способу використання території;

V_{ikl} – кількість одиниць l функції, одержаної при k_i способі перетворення i режиму;

A_i – кількість одиниць i функції, яка повинна бути в місті до кінця планового періоду,

$$\sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^{K_i} W_{ik} * x_{ik} \geq R, \quad (1.4)$$

де W_{ik} – комплексний показник, що характеризує зручності проживання в i районі при здійсненні k_i способу його перетворення, в балах на 1 га;

R – умовний показник, що характеризує умови проживання в місті в цілому: мінімальна кількість балів (у тих же одиницях, що і W_{ik} , але не на 1 га, а на місто в цілому).

Модель (1.1) – (1.4) є моделлю лінійного програмування.

Функціонал (1.1) відповідає вимогам відшукування такого варіанту освоєння території, при якому наведені витрати на перетворення сучасного використання території в проектне будуть мінімальними.

Обмеження (1.2) фіксує перетворення території кожного району. Допускається збереження сучасного використання території, в цьому випадку обмеження має форму нерівності.

Для освоєних районів передбачається обов'язкове перетворення території одним з допустимих способів. Обмеження для цих районів записуються як рівності.

Обмеження (1.3) забезпечує виконання завдань за кількістю об'єктів кожного виду, необхідного в місті.

Розглядаються такі з них [5]:

- житлова забудова (m^2 загальної площі);
- промислові об'єкти різних класів (працюючих чоловік);
- комунально-складські об'єкти різних класів (працюючих чоловік);
- зелені насадження загальноміського значення, га;
- установи культурно-побутового обслуговування різних класів (працюючих чоловік);
- науково-дослідні, проектні інститути та конструкторські бюро (працюючих чоловік);
- вищі та середні навчальні заклади (працюючих чоловік і учнів денних відділень);
- аеропорт.

Обмеження (1.4) встановлює вимоги до умов проживання – сумарна умовна оцінка умов проживання повинна бути не менше заданої величини R , яка може визначатися, наприклад, по генеральному плану міста.

Вирішення економіко-математичної задачі за допомогою даної моделі дозволяє отримати оптимальний план використання території оцінюваних районів (в рамках розроблених альтернативних варіантів), тобто план, що забезпечує розвиток містобудівних функцій в заданих розмірах з мінімальними приведеними витратами.

Ці оцінки є відображенням оптимального плану. Застосування оцінок забезпечує загальне вдосконалення використання міських територій в напрямку оптимального плану.

Необхідний якісно новий підхід, який дозволив би широко використовувати у повсякденній роботі системи підтримки прийняття управлінських рішень, у тому числі і на основі просторової інформації – геоінформаційної системи.

Практичний досвід показує, що навіть при простому поєднанні в одній цифровій карті шарів даних декількох служб стає очевидною координатна неузгодженість ресурсів.

Парадокс: сучасні геодезичні технології дозволяють вимірювати координати із сантиметровою точністю, але значення координат можуть розходитися на десятки метрів, і навіть форма об'єкта в різних базах може значно відрізнятись.

Географічний чинник в управлінні територіями завжди був одним з домінуючих. Незалежно від рівня управління, стилю керівництва і завдань, стратегічне планування або вирішення господарських «невідкладних» завдань, треба знати географію, де знаходиться об'єкт, і чому він там знаходиться.

Крім того, географічне положення визначає ще і множину взаємозв'язків між об'єктами. Без урахування тих характеристик, які говорять про місцеположення об'єкта, неможливо не тільки системно оцінити проблему, але і коректно її вирішити. Якраз для вироблення системного підходу до рішення завдань територіального управління в числі фахівців завжди притягувалися і географи (урбаністи, ландшафтознавці, екологи).

Завдання раціонального розселення, раціонального розміщення виробництва, раціонального використання ресурсів і охорони навколишнього середовища давно є одними з першорядних напрямів, що розглядаються і успішно вирішують методами географії.

Саме з використанням найприродніших просторових характеристик об'єктів розв'язують оптимізаційні завдання. Наприклад, де створити полігон для звалища твердих побутових відходів, щоб мінімізувати економічні витрати, оптимізувати вивіз і при цьому зменшити можливі незручності для населення.

Традиційно, подібні завдання можна було вирішити шляхом створення таблиць і карт. Такий аналіз визрівав в думках фахівців, оскільки створення математичних моделей, а головне, подальший розрахунок їх складний і вимагає дуже багато ресурсів і часу.

Створення адекватних моделей вимагає ретельної підготовки вихідних даних. Цільовою ж функцією, під час вибору міським керівництвом підрядників робіт, є вартість по дотриманню формальних вимог до вихідних матеріалів, а не якість результату.

Ситуація почала стрімко змінюватися в останні декілька десятиліть, коли комп'ютери і пов'язані з ними технічні новини стали невід'ємною частиною інформаційного суспільства. Кількість накопичуваної і легко доступної інформації стала постійно збільшуватися, з'явилася можливість врахувати і проаналізувати велике число відомих чинників, що роблять вплив на об'єкт або процес. А час на ухвалення рішень (тобто на аналіз цієї інформації і цих чинників), навпаки, став скорочуватися. При таких вимогах, що постійно посилюються, практично неможливо вирішувати масштабні завдання «вручну».

У цій ситуації необхідний якісно новий підхід, який дозволив би широко використовувати в повсякденній роботі системи підтримки прийняття управлінських рішень, у тому числі і на основі просторової інформації, і автоматизувати багато процесів, пов'язаних з просторовим аналізом.

Подібний підхід був реалізований в географічних інформаційних системах. Необхідно зазначити, що за останні роки геоінформаційні системи зазнали значні зміни, причому як концептуальні, так і функціональні.

Геоінформаційні системи сьогодні – це інтеграційне середовище, що дозволяє об'єднувати і систематизувати потоки різноманітної інформації, яка поступає з багатьох служб і відділів.

Муніципальна інформаційна система – програмно-технологічний комплекс, призначений для створення комплексної інформаційної моделі муніципальної освіти і накопичення статистичних даних, які забезпечують функціонування органів управління муніципальної влади [10].

Створення моделі міста і проведення на її основі моніторингу соціально-економічного розвитку міської території дозволяє здійснювати оперативний аналіз поточної ситуації в місті, прогнозувати подальший розвиток міської території.

Виконувати просторовий аналіз моделей, описаних нижче об'єктів, систем і підсистем, дозволяє геоінформаційна система, використання якої обов'язково повинне бути передбачено в моделюючій системі.

Модель міста рівня міського господарства повинна включати моделі таких територіальних об'єктів і підсистем [10]:

– об'єкти (ресурси), розподілені по території міста:

- 1) основні об'єкти нерухомості;
- 2) земельні ділянки;
- 3) будівлі і споруди;
- 4) житлові і нежилі приміщення;
- 5) територіальні зони, що відображають різні властивості території

або встановлені обмеження на використання і розвиток об'єктів і функцій;

- б) транспортні магістралі;
- 7) інженерні комунікації;
- 8) людські ресурси;
- 9) природні ресурси;

– підсистеми містобудівної системи:

- 1) житлова підсистема;
- 2) виробнича підсистема;
- 3) підсистема обслуговування населення;
- 4) торгова підсистема;
- 5) підсистема суспільних і історико-культурних об'єктів;
- 6) підсистема неосвоєних і зарезервованих територій і об'єктів;
- 7) підсистема природних (в т.ч. водних) ресурсів;
- 8) транспортна підсистема (система магістральних вулиць і

суспільного транспорту та система залізничного транспорту).

Геоінформаційні системи – це програмно-апаратний комплекс, що вирішує сукупність задач по зберіганню, відображенню, оновленню і аналізу просторової і атрибутивної інформації про об'єкти території.

Основою будь-якої інформаційної системи служать дані.

Дані в геоінформаційній системі підрозділяються на:

- просторові;
- семантичні;
- метадані.

Просторові дані – дані, що описують місцеположення об'єкту в просторі (координати кутових точок будівлі, подані в місцевій або будь-якій іншій системі координат).

Семантичні (атрибутивні) дані – дані про властивості об'єкту (адреса, кадастровий номер, поверх та інші характеристики будівлі).

Метадані – дані про дані (інформація про те, ким, коли і з використанням якого початкового матеріалу в систему була внесена будівля).

Структурно муніципальна геоінформаційна система є централізованою базою даних просторових об'єктів та інструментом, який надає можливість зберігання, аналізу і обробки будь-якої інформації, пов'язаної з тим або іншим об'єктом геоінформаційної системи, що сильно спрощує процес використання інформації про об'єкти міської території зацікавленими службами і особами.

Використання централізованої муніципальної геоінформаційної системи надає регламентований доступ до актуальних даних геоінформаційної системи, при цьому зменшується час на їх пошук, аналіз та узагальнення.

Базова задача будь-якої геоінформаційної системи – це актуалізація просторових даних за допомогою використанням ГІС-технологій. Процес оновлення інформації стає менш трудомістким, з'являється можливість структурної організації і класифікації даних на моменті їх введення в систему.

Система повинна дозволяти будувати просторові запити з метою співвідношення об'єктів будівництва, земельних ділянок та територіальних і функціональних зон.

Можливість моделювання ситуацій, роблять геоінформаційні системи дієвими інструментами для планування гуманітарних операцій, запобігання і залагоджування регіональних конфліктів.

Геоінформаційна система використовується не тільки на регіональному рівні для вирішення великих аналітичних задач та задач прогнозування. Створення єдиних муніципальних геоінформаційних систем дозволяє системно підійти до вирішення будь-якої міської задачі.

Муніципальна система розробляється для цілей інформаційної підтримки управлінських рішень та аналізу міських територій для обліку.

Найважливіший етап в розвитку територій – територіальне планування вже ні на одній стадії не відбувається без геоінформаційних систем, які надають можливість постійної актуалізації необхідної документації, можливість моделювання різних сценаріїв, використання матеріалів для містобудівного і екологічного моніторингу.

Потреба ефективніше вирішувати питання управління, планування, інвентаризації і експлуатації інженерних комунікацій призводить до впровадження геоінформаційних систем як в муніципальних утвореннях, так і на великих підприємствах.

Сучасне програмне забезпечення дозволяє вирішувати щонайширший спектр задач у області управління міськими інженерними мережами і одержувати відчутний економічний ефект від впровадження ГІС-технологій.

Основні види задач у області інженерних комунікацій [11]:

- централізоване зберігання інформації і паспортизація об'єктів мережі;
- створення бази знань підприємства про свою мережу незалежної від конкретних фізичних осіб;
- підрахунок витрат та контроль схеми підключення споживачів;
- контроль добових графіків водоспоживання і роботи насосних станцій.

Існує можливість здійснювати в електронному вигляді ведення журналів по аварійних, ремонтних, профілактичних роботах. Автоматично готуються звіти про зміни стану мережі, проводиться оптимізація планування і організація проведення ремонтних і профілактичних робіт, що забезпечує продовження терміну служби технологічного устаткування підприємства.

Інженерні розрахунки дозволяють моделювати фізичні процеси в мережі, визначати тиск, температуру і ряд інших фізичних параметрів в інженерних комунікаціях. Автоматизація вирішення даних задач дозволяє оптимізувати роботу мережі для енергозбереження і одержати істотний економічний ефект під час експлуатації комунікацій.

Муніципальна геоінформаційна система може вирішувати весь комплекс задач по оптимізації дорожнього руху. Моделювання транспортних потоків дає можливість оптимізувати дорожню мережу міста, зменшити кількість пробок, переглянути маршрути суспільного транспорту. Стає можливим вирішити задачі розміщення станцій швидкої допомоги і пожежників, відділень міліції, для скорочення часу реагування на виклик.

Реалізовано проект використання GPS-приймачів на суспільному транспорті. Відомості про поточне положення автобусів і часу очікування чергового рейсу на зупинці, доступні жителям в режимі реального часу через мережу Інтернет. Все частіше і частіше геоінформаційні системи ставляться біля вершини інформаційної структури відомств і підприємств, хоча в той же час на інших стадіях робочого процесу їх використовують і для професійного аналізу даних, і для «чорнової» роботи введення і підготовки даних.

Геоінформаційну систему використовують для вирішення завдань на найвищому рівні територіального управління. Геоінформаційні системи – технологія універсальна, вона може знайти застосування практично в будь-якій галузі. Область, де геоінформаційні системи можуть реалізувати свій потенціал найбільш повно – це управління територіями.

Територія це не просто шматок землі, а комплекс різноманітних об'єктів, що взаємодіють один з одним. Природа їх може бути самою різною – це і реальні об'єкти типу колодязів, опори ЛЕП, будівель, озер, і об'єкти типу урочищ, земельних ділянок, адміністративних одиниць. Всіх їх об'єднує спільність просторового положення, що формує територіальні комплекси.

Управління територією, навіть у великих містах, дотепер ведеться багатьма службами розрізнено. Одні відповідають за ділянки землі, інші за будівлі, треті за комунікації, четверті за планування, п'яті за екологію і т. д.

У результаті, з одного боку, будь-яким суб'єктам діяльності як громадянам, так і організаціям доводиться мати справу з цими службами, навіть із-за одного об'єкта, з іншого – діяльність самих цих служб і їх документи дуже слабо координаційні (найчастіше взагалі ніяк).

Таке положення не може довго зберігатися в умовах зростання господарської активності і необхідності розвитку правових відносин. Без інформаційних технологій (тобто звичних баз даних і засобів телекомунікацій) тут вже наступив би повний хаос.

Інтеграція даних, системи «одного вікна» вже істотно полегшують роботу в землеустрої. Проте у великих містах сьогодні стала очевидна проблема неузгодженості відомчих інформаційних ресурсів між собою. Для подолання цієї неузгодженості впроваджують загальноміські і загальнорегіональні системи класифікації і кодування. Ці системи створюють загальні мови та засоби кодування та самі коди для всіх об'єктів. Але вони абсолютно безсилі щодо опису просторових характеристик об'єктів і їх взаємовідносин, які необхідні для справжньої інтеграції управлінських служб.

Сьогодні подальший прогрес стає практично неможливим без геоінформаційних технологій. Практичний досвід показує, що навіть при простому поєднанні в одній цифровій карті шарів з даними декількох служб стає очевидна жахлива (перш за все з правової точки зору) координатна неузгодженість ресурсів. Про повноцінну інтеграцію таких ресурсів не може бути і мови. Тут бачимо парадокс: з одного боку, сучасні геодезичні технології дозволяють вимірювати координати з сантиметровою точністю, наприклад, у будівництві, з іншого – координатні описи можуть розходитися на десятки метрів, і навіть форма об'єкта в різних базах може значно розрізнятися.

Основні причини таких розходжень – це відмінність методик вимірювань та збір даних з картографічних джерел різної точності і давності.

Геоінформаційні технології зараз активно впроваджують в багатьох службах управління як ефективна підмога у власній роботі.

Створені і створюються різноманітні геоінформаційні системи на регіональному та місцевому рівнях. У найбільших територіальних утвореннях навіть створюються спеціальні програми, наприклад, такі, як цільова програма створення геоінформаційної системи міста Харкова.

Для успіху таких програм разом з вирішенням організаційних і фінансових завдань важливо також правильно реалізувати вибір використаних технічних рішень. Якщо ціни на комп'ютери і засоби зв'язку різних виробників і постачальників відрізняються на десятки відсотків, то вартість програмних продуктів для геоінформаційних систем розрізняється в рази.

Програмні продукти ESRI підходять тим, що можна вибрати відносно простий і дешевий продукт, а потім, не міняючи програмної технології, нарощувати функціональність продукту.

Досвідчені користувачі інформаційних технологій (наприклад, баз даних на основі СУБД Oracle, Informix, SQL Server) можуть відразу придбати комплекс продуктів для створення централізованої або розподіленої геоінформаційної системи.

Серверні продукти ESRI дають можливість настільним ГІС-додаткам (ArcView, ArcEditor, ArcInfo) працювати зі сховищами просторових даних, які розміщуються в таких СУБД.

Це приклад переходу від персональної системи на основі ArcGIS до розрахованої на багато користувачів, яка не вимагає заміни призначених для користувача додатків, достатньо просто підключити їх до загальної бази даних.

Сучасні геоінформаційні системи це новий тип інтегрованих інформаційних систем, які, з одного боку, включають методи обробки даних багатьох раніше існуючих автоматизованих систем, з іншого – мають специфіку в організації та обробці даних. Практично це визначає геоінформаційні системи як багатоцільові, багатоаспектні системи.

Системи управління геоінформаційними системами є новою основою автоматизованих систем управління.

Розробка програмної оболонки геоінформаційної системи складається з шести етапів [5]:

- аналіз вимог до геоінформаційної системи;
- визначення специфікацій;
- проектування системи;
- кодування;
- тестування;
- експлуатація та обслуговування.

На першому етапі проводиться аналіз вимог до розроблюваної системи, які зосереджені в інтерфейсі між цією системою і користувачами, які будуть її експлуатувати. В аналіз включаються такі питання, як час обробки інформації, вартість обробки, ймовірність помилки. Аналіз вимог може сприяти кращому розумінню вирішуваної проблеми і компромісних ситуацій, що допомагає вибору найкращого рішення. Слід виявити просторово-часові обмеження, що накладаються на систему, які в майбутньому можуть зазнати змін, а також засоби, що використовуються в її різних версіях для різних застосувань.

Під час створення геоінформаційної системи перед колективом розробників відразу ж виникає безліч проблем як технологічних, так і концептуальних. Необхідно визначити основні поняття, об'єкти і процедури обробки інформації, які будуть лежати в основі геоінформаційної системи. Підходити до вирішення цього завдання необхідно дуже відповідально, оскільки саме концепція майбутньої системи і досконалість моделі даних визначає її успіх і живучість на ринку. При цьому розробникам доводиться враховувати множину чинників – переваги і недоліки концепцій вже існуючих систем, що постійно змінюються, з боку прикладних задач, зміни в інформаційних технологіях і багато іншого.

На етапі визначення специфікацій здійснюється точний опис функцій системи, задається структура вхідних і вихідних даних, вирішується комплекс питань, що мають відношення до структури файлів, організації доступу до даних, оновленню і видаленню останніх. Специфікації виконують тільки ті функції, які система повинна виконувати, не вказуючи, яким чином це досягається. Складання докладних алгоритмів реалізації функцій системи на даному етапі не здійснюється.

На етапі проектування розробляються алгоритми, що задаються специфікаціями, і формується загальна структура геоінформаційної системи. Розроблювану систему розбивають на невеликі частини таким чином, щоб відповідальність за реалізацію кожної такої частини можна було покласти або на одного розробника, або на групу виконавців. При цьому для кожного визначеного таким чином модуля системи повинні бути сформульовані до нього вимоги: реалізовані функції, розміри модулів, час виконання та інші.

Наступний етап – кодування. Цей етап найбільш простий. Під час його реалізації використовуються алгоритмічні мови високого рівня, методи структурного і об'єктно-орієнтованого програмування. Кодування освоєно краще, ніж будь-який інший етап розробки програмного забезпечення.

Етап тестування – один із найдорожчих етапів. Витрати на тестування складають половину всіх витрат на створення системи. Погано сплановане тестування часто призводить до збільшення термінів і зриву графіка робіт.

У процесі тестування використовуються дані, характерні для системи в робочому стані. План проведення випробувань повинен бути складений заздалегідь, а більшу частину тестових даних слід визначити на етапі проектування системи.

Тестування підрозділяється на три стадії:

- автономне;
- комплексне;
- системне.

При автономному тестуванні кожен модуль перевіряється за допомогою даних, підготовлених програмістами. При цьому програмне середовище модуля імітується за допомогою програми управління тестуванням, що містить фіктивні програми замість реальних підпрограм.

У процесі комплексного тестування проводиться спільна перевірка груп програмних компонентів.

Системне тестування – це завершальна стадія перевірки системи, тобто випробування системи в цілому за допомогою незалежних тестів.

Головні принципи побудови сучасних геоінформаційних систем [11]:

- зберігання графічних і атрибутивних даних в реляційній базі даних;
- використання трирівневої архітектури побудови геоінформаційних систем: перший рівень – база даних, другий – користувальницький додаток, третій – спеціалізований «дата-сервер», що відповідає за експорт та імпорт даних;
- інтеграція даних з різних джерел в єдиному логічному геоінформаційному середовищі без конвертації форматів;
- створення для кожного користувача системи власного географічного робочого простору (збереження налаштувань і інтерфейсу системи);
- використання гнучкої системи запитів;
- створення відкритої структури атрибутивних баз даних, інтегрованої з сучасними корпоративними інформаційними системами і системами управління базами даних;
- створення модульної структури додатків з можливістю розширення або усічення користувальницького функціоналу;
- наявність вбудованої в систему мови програмування для додавання спеціалізованих функцій;

– оптимізація ресурсів обчислювальної техніки для забезпечення швидкої і комфортної роботи користувача з великими масивами інформації;

– створення анімаційного функціоналу геоінформаційної системи, що володіє можливістю візуалізації даних у вигляді діаграм, графіків, схем, тематичних і об'ємних моделей;

– інтеграція геоінформаційних систем та інтернету, яка полягає в можливості використовувати дані з глобальної мережі і створювати власні інтернет-ресурси;

– повна інтеграція всього модельного ряду програмних рішень всередині одного інтерфейсу.

По суті, геоінформаційні системи – це системи управління базами даних, але є одна важлива відмінність – у геоінформаційних системах спільно з атрибутивними даними обробляється і просторова (географічна) інформація.

Тому при проектуванні геоінформаційних систем фахівці використовують ті ж самі методики і техніки, що і при розробці звичайних систем управління базами даних.

Перший етап проектування будь-якої інформаційної системи – це формалізація задачі, тобто на цьому етапі будують інфологічну модель предметної області. Створення оптимальної інфологічної моделі включає в себе дослідження інформаційних потоків, характерних для даної предметної області, встановлення об'єктів предметної області та опис зв'язків, що існують між ними. Інфологічна модель створюється в будь-якому випадку, незалежно від програмно-апаратної бази, на якій будуватиметься інформаційна система.

Інфологічну модель використовують як фундамент для будівництва логічної моделі бази даних, яка відображає логічні зв'язки між елементами даних незалежно від їх змісту та середовища зберігання. На даному етапі необхідно враховувати різні обмеження, які накладаються на структуру і функціональні особливості.

На наступному етапі створюється фізична модель бази даних, яка пов'язує модель з конкретним середовищем зберігання.

Це дуже важливий етап, оскільки на ньому ведеться розробка елементів користувальницького інтерфейсу, вирішуються питання цілісності даних і надійності системи, розподіляються права доступу і вибираються засоби і методи захисту від нелегального доступу.

Працюючи над створенням геоінформаційної системи, не можна забувати про питання фінансування проекту. ГІС-проекти, зазвичай, дуже тривалі, тому проблеми у фінансуванні можуть призвести до закриття робіт.

2 ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ В ЕКОЛОГІЧНОМУ ПЛАНУВАННІ ТА ПЛАНУВАННІ ЗЕМЕЛЬНО-ГОСПОДАРСЬКОГО УСТРОЮ

2.1 Геоінформаційні системи для управління містами і територіями

План

1. Геоінформаційні системи в управлінні територіальним розвитком.
2. Моделювання території в геоінформаційних системах.
3. Технології ArcGis в територіальному управлінні.
4. Методика одночасного відображення карт і моделей.
5. Методика автоматичної побудови тривимірних об'єктів.

Формально розробку генерального плану можна подати як математичну задачу динамічної оптимізації: досягти максимуму цільових функцій (вартість землі, комфортність населення) за наявності економічних, територіальних, екологічних та інших видів обмежень і виробити оптимальний план (стратегію). При цьому вартість землі основна цільова функція.

По-перше, вона агрегує цінність території, по-друге, найбільш формалізується і перераховується, по-третє, пов'язана з окупністю проекту за рахунок підвищення земельного податку, орендної платні і вартості землі під будівництво при продажу на аукціонах.

Через відсутність моделей містобудівники і міські управлінці погано розуміють один одного. Звичайно, на це можна заперечити: по-перше, такі моделі найчастіші непросторові, по-друге, місто – складна система, тому дуже важко побудувати для міста багатокритеріальну модель.

Математичні моделі використовують, наприклад, при кадастровій оцінці земель. Набір початкових даних для неї багато в чому співпадає з набором початкових даних для складання генеральних планів міст. Але кадастрова оцінка є статичною і закладена в ній методика погано працює при побудові прогнозу кадастрової вартості після зміни значень чинників, тому для прогнозу вартості необхідно використовувати інші підходи.

Моделі оптимізації використовують регулярне розбиття території на осередки однакового розміру або нерегулярне розбиття на облікові територіальні одиниці типу кварталів, як правило, з постійним видом функціонального використання.

До регулярного розбиття простіше застосовувати обчислювальні методи, для нерегулярного – легше збирати початкові дані та інтерпретувати результати.

Початковими даними для моделей є такі значення чинників для елементів розбиття [8]:

- транспортна доступність;
- інженерна забезпеченість і комфортність;
- вартість розселення;
- наявність локусів і їх вплив на сусідні райони;
- чинники, що впливають на вартість освоєння території.

Містобудівельні рішення міняють значення чинників в осередках, наприклад, будівництво дороги міняє транспортну доступність у сусідніх чарунках і, відповідно, значення цільової змінної.

Вартість містобудівного рішення порівнюється з розрахунковою зміною вартості землі, його окупність обґрунтовується зміною земельного податку та іншими надходженнями. Як правило, оптимізаційні моделі застосовують для оцінки набору містобудівних рішень, одержаних експертним шляхом.

Результатом моделювання є [2]:

- модель, що максимізує вартість землі залежно від вибору варіанта освоєння території;
- альтернативні варіанти освоєння території за кожним з чарунків і оцінка окупності з кожного з них;
- розрахунок орієнтовної вартості будівництва і зміненої вартості землі.

При зміні умов в процесі реалізації генерального плану або на етапі його узгодження можна перерахувати модель і одержати нову картину.

Перерахуємо додаткові інструменти тематичного моделювання та ГІС-аналізу, які можна використати на етапі створення генплану:

- методики і алгоритми для великомасштабної оцінки заходів щодо освоєння території під конкретний вид використання на основі орієнтовного розрахунку вартості будівництва;
- методики і алгоритми розрахунку орієнтовної вартості квартир після закінчення будівництва на основі зміненої вартості землі і ув'язка її з вартістю будівництва, що є могутнім інструментом для залучення інвесторів;
- укрупнені моделі розрахунку магістральних інженерних мереж на основі їх потреби в кожному кварталі для визначення необхідності будівництва і реконструкції мереж;
- модель розрахунку сумарного екологічного навантаження на території;

– галузеві моделі розміщення об'єктів сервісу на основі моделі розселення і транспортних моделей (використовуючи їх, можна окупити частину витрат, надаючи комерційним організаціям маркетингові послуги);

– оцінка поточних тенденцій в розвитку міського середовища, наприклад, на основі порівняння даних дистанційного зондування за різні періоди.

Причини, що стримують масове використання технологій просторового моделювання під час містобудівного планування [9]:

– використання математичних моделей при розробці містобудівної документації дотепер нормативно не регулювалося та не підтримувалося існуючими методичними розробками;

– кваліфікація постановників завдань, системних аналітиків, розробників містобудівної документації недостатня висока;

– створення адекватних моделей вимагає ретельнішої підготовки початкових даних. Цільовою ж функцією при виборі міським керівництвом підрядчиків робіт є вартість з дотримання формальних вимог до вихідних матеріалів, а не якість результату.

Поняття кластеризації використовують активно в управлінні міським середовищем при вирішенні різноманітних завдань, пов'язаних з розподілом міської території на архітектурні, ландшафтні, екологічні, економічні зони впливу.

Термін кластерний аналіз, вперше введений Тріоном (Трюон) в 1939 році, включає більше 100 різноманітних алгоритмів. Розглянемо поняття «кластер» з математичної точки зору, а також розглянемо методи вирішення задач кластеризації – методи кластерного аналізу.

На відміну від задач класифікації, кластерний аналіз не вимагає апріорних припущень про набір даних, не накладає обмеження на представлення досліджуваних об'єктів, дозволяє аналізувати показники різних типів даних (інтервальним даним, частотам, бінарним даним).

При цьому необхідно пам'ятати, що змінні повинні вимірюватися в рівних шкалах. Кластерний аналіз дозволяє скорочувати розмірність даних, робити їх наочними. Кластерний аналіз може застосовуватися до сукупності тимчасових рядів, тут можуть виділятися періоди схожості деяких показників і визначатися групи тимчасових рядів з схожою динамікою.

Кластерний аналіз паралельно розвивався в декількох напрямках, таких, як біологія, психологія, тому в більшості методів існує по дві і більше назв, це істотно ускладнює роботу під час використання кластерного аналізу.

Як правило, під час практичного використання кластерного аналізу одночасно розв'язується декілька задач.

Задачі кластерного аналізу можна об'єднати в такі групи [1]:

- розробка типології або класифікації;
- дослідження концептуальних схем групування об'єктів;
- подання гіпотез на основі дослідження даних.

Розглянемо приклад процедури кластерного аналізу.

Припустимо, що маємо набір даних A , який складається з 14 об'єктів, у кожного об'єкта є по дві властивості X та Y , які подані у таблиці 2.1 [1].

Таблиця 2.1 – Набір даних A

Номер об'єкту	Властивість X	Властивість Y
1	27	19
2	11	46
3	25	15
4	36	27
5	35	25
6	10	43
7	11	44
8	36	24
9	26	14
10	26	14
11	9	45
12	33	23
13	27	16
14	10	47

Дані в табличній формі не носять інформативний характер. Подамо властивості 14 об'єктів у вигляді діаграми розсіювання, що представлено на рисунку 2.1 [1].

На рисунку 2.1 показано декілька груп «схожих» об'єктів. Об'єкти, які по значенням X та Y «схожі» один на одного, належать до однієї групи (кластеру), об'єкти з різних кластерів не схожі один на одного.

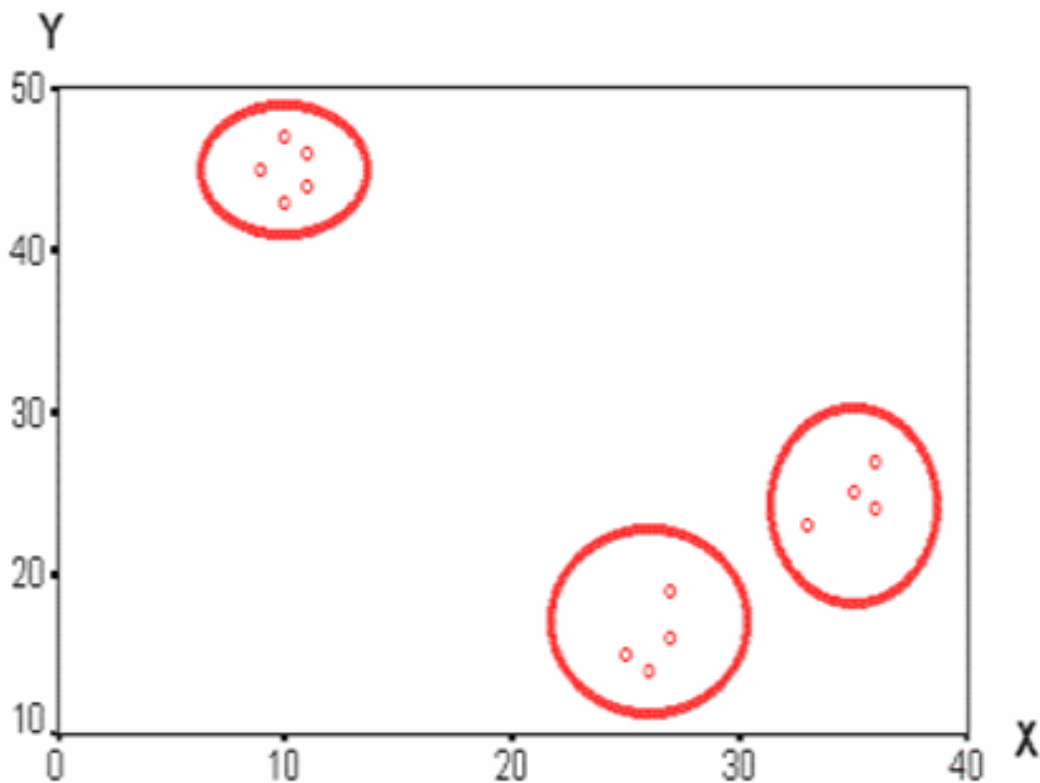


Рисунок 2.1 – Діаграма розсіювання властивостей X і Y

Критерієм для визначення схожості та відмінності кластерів є відстань між точками на діаграмі розсіювання. Цю схожість можна «виміряти», вона дорівнює відстані між точками на графіку. Способів визначення міри відстані між кластерами, що називається ще мірою близькості, існує декілька.

Найпоширеніший спосіб – обчислення евклідової відстані між двома точками i і j на площині.

Примітка: щоб визначити відстань між двома точками, треба взяти різницю їх координат з кожної осі, звести її в квадрат, скласти набуті значення для всіх осей і добути квадратний корінь з суми.

Коли осей більше, ніж дві, відстань розраховують таким чином: сума квадратів різниці координат складається із стільки додатків, скільки осей (вимірювань) у нашому просторі.

Кластер має такі математичні характеристики: центр, радіус, середнє квадратичне відхилення, розмір кластера.

Центр кластеру – це середнє геометричне місце точок в просторі змінних.

Радіус кластера – максимальна відстань точок від центру кластеру. Кластери можуть перекриватися. Така ситуація виникає, коли виявляється перекриття кластерів.

У цьому випадку неможливо за допомогою математичних процедур однозначно віднести об'єкт до одного з двох кластерів. Такі об'єкти називають спірними. Спірний об'єкт – це об'єкт, який згідно міри схожості може бути віднесений до декількох кластерів.

Розмір кластера може бути визначений або за радіусом кластера, або по середньоквадратичному відхиленню об'єктів, що належать до цього кластеру.

Об'єкт відноситься до кластеру, якщо відстань від об'єкта до центру кластера менша, ніж радіус кластеру. Якщо ця умова виконується для двох і більше кластерів, об'єкт є спірним. Неоднозначність даної задачі може бути усунена експертом або аналітиком.

Робота кластерного аналізу спирається на два припущення.

Перше припущення – ознаки об'єкта в принципі допускають бажане розбиття сукупності об'єктів на кластери. Друге припущення – правильність вибору масштабу або одиниць вимірювання ознак.

Вибір масштабу в кластерному аналізі має велике значення.

Розглянемо приклад. Припустимо, що дані ознаки x в наборі даних A на два порядки більше даних ознаки y : значення змінної x знаходяться в діапазоні від 100 до 700, а значення змінної y – в діапазоні від 0 до 1.

При розрахунку величини відстані між точками, що відображають положення об'єктів в просторі їх властивостей, перевагу мають великі значення, тобто змінна x , практично повністю домінуватиме над змінною з малими значеннями, тобто змінною y .

Таким чином, через неоднорідність одиниць вимірювання ознак стає неможливим коректно розрахувати відстані між точками. Ця проблема розв'язується за допомогою попередньої стандартизації змінних. Стандартизація (standardization) або нормування (normalization) приводить значення всіх перетворених змінних до єдиного діапазону значень через відношення цих значень до якоїсь величини, що відображає певні властивості конкретної ознаки. Існують різні способи нормування початкових даних.

Два найпоширеніших способи [1]:

– розподіл початкових даних на середньоквадратичне відхилення відповідних змінних;

– обчислення Z-внеску або стандартизованого внеску.

Разом із стандартизацією змінних, існує варіант додавання до кожної з них певного коефіцієнта важливості або ваги, яка відображає значущість відповідної змінної. Як ваги можуть виступати експертні оцінки, що одержані в ході опиту експертів – фахівців з предметної області.

Одержані експертні оцінки дозволяють одержувати відстані між точками в багатовимірному просторі з урахуванням неоднакової ваги змінних.

У ході експериментів можливе порівняння результатів, одержаних з урахуванням експертних оцінок і без них, і вибір кращого з них.

Методи кластерного аналізу можна розділити на дві групи [1]:

- ієрархічні;
- неієрархічні.

Кожна з груп включає множину підходів і алгоритмів. Використовуючи різні методи кластерного аналізу, аналітик може одержати різні рішення для одних і тих же даних. Це вважається нормальним явищем. Розглянемо ієрархічні і неієрархічні методи більш детально.

Ієрархічні методи кластерного аналізу.

Суть ієрархічної кластеризації полягає в послідовному об'єднанні менших кластерів у великі або розділенні великих кластерів на менші.

Ієрархічні агломеративні методи (Agglomerative Nesting, AGNES).

Ця група методів характеризується послідовним об'єднанням початкових елементів і відповідним зменшенням числа кластерів.

На початку роботи алгоритму всі об'єкти є окремими кластерами. На першому кроці найбільш схожі об'єкти об'єднуються у кластер. На подальших кроках об'єднання продовжується до тих пір, поки всі об'єкти не складатимуть один кластер. Ієрархічні ділені методи (DIvisive ANAlysis, DIANA). Ці методи є логічною протилежністю агломеративним методам. На початку роботи алгоритму всі об'єкти належать одному кластеру, який на подальших кроках розділяється на менші кластери, у результаті будується послідовність розщеплюючих груп. Програмна реалізація алгоритмів кластерного аналізу представлена у різних інструментах Data Mining, які дозволяють вирішувати задачі досить великої розмірності. Наприклад, агломеративні методи реалізовані в пакеті SPSS.

Ієрархічні методи кластеризації розрізняються правилами побудови кластерів. Як правило, застосовують критерії, які використовують при вирішенні питання про «схожість» об'єктів при їх об'єднанні в групу (агломеративні методи) або розділення на групи. Ієрархічні методи кластерного аналізу використовують при невеликих об'ємах наборів даних.

Перевагою ієрархічних методів кластеризації є їх наочність. Ієрархічні алгоритми пов'язані з побудовою дендрограм (від грецького dendron – «дерево»), які є результатом ієрархічного кластерного аналізу.

Дендрограма описує близькість окремих точок і кластерів один до одного, показує в графічному вигляді послідовність об'єднання кластерів.

Дендрограма (dendrogram) – деревовидна діаграма, що містить n рівнів, кожний з яких відповідає одному з кроків процесу послідовного укрупнення кластерів. Дендрограму також називають деревовидною схемою, деревом об'єднання кластерів, деревом ієрархічної структури. Дендрограма є вкладеним угрупованням об'єктів, яке змінюється на різних рівнях ієрархії.

Існує багато способів побудови дендрограм. У дендрограмі об'єкти можуть розташовуватися вертикально або горизонтально.

Для розрахунку відстані між об'єктами використовують різні заходи схожості (заходи подібності), які називаються метриками або функціями відстаней. Евклідова відстань – найпопулярніша міра схожості. Потрібно відмітити, що існує ряд методів розрахунку мір схожості.

Це такі методи як [10]:

- квадрат евклідової відстані;
- манхеттенська відстань;
- відстань Чебишева;
- відсоток незгоди.

Квадрат евклідової відстані. Для додавання великих ваг віддалених один від одного об'єктів використовують квадрат евклідової відстані.

Манхеттенську відстань (відстань міських кварталів) ще називають як «хеммінгова» або «сіті-блок» відстань. Цю відстань розраховують як середню різницю за координатами.

Відстань Чебишева. Цю відстань варто використовувати, коли необхідно визначити два об'єкти як «різні», якщо вони відрізняються за якимось одним вимірюванням.

Відсоток незгоди. Цю відстань обчислюють, якщо є категоріальні дані.

Коли кожен об'єкт є окремим кластером, відстані між цими об'єктами визначають вибраною мірою. Виникає наступне питання – як визначити відстані між кластерами? Існують різні правила, які називаються методами об'єднання або зв'язку для двох кластерів.

Метод ближнього сусіда або одиночний зв'язок.

Тут відстань між двома кластерами визначаються відстанню між двома найближчими об'єктами (найближчими сусідами) в різних кластерах. Цей метод дозволяє виділяти кластери скільки завгодно складної форми за умови, що різні частини таких кластерів сполучені ланцюжками близьких один до одного елементів.

У результаті роботи цього методу кластери подаються довгими «ланцюжками» або «волоконними» кластерами, «зчепленими разом» тільки окремими елементами, які випадково виявилися ближче за інших один до одного.

Метод найбільш видалених сусідів або повний зв'язок.

Тут відстані між кластерами визначаються найбільшою відстанню між будь-якими двома об'єктами у різних кластерах (тобто найбільш «віддаленими сусідами»). Метод добре використовувати, коли об'єкти дійсно походять з різних «областей». Якщо ж кластери мають у деякому роді подовжену форму або їх природний тип є «ланцюговим», то цей метод не слід використовувати.

Метод Варда.

Як відстань між кластерами береться приріст суми квадратів відстаней об'єктів до центрів кластерів, одержаних у результаті їх об'єднання. На відміну від інших методів кластерного аналізу, для оцінки відстаней між кластерами, використовують методи дисперсійного аналізу. На кожному кроці алгоритму об'єднуються такі два кластери, які призводять до мінімального збільшення цільової функції, тобто внутрішньо групової суми квадратів. Цей метод направлений на об'єднання близько розташованих кластерів і «прагне» створювати кластери малого розміру.

Метод незваженого попарного середнього (метод незваженого попарного арифметичного середнього). Як відстань між двома кластерами береться середня відстань між всіма парами об'єктів в них. Цей метод слід використовувати, якщо об'єкти дійсно походять з різних «районів», у випадках присутності кластерів типу «ланцюжка», при припущенні нерівних розмірів кластерів.

Метод зваженого попарного середнього (метод зваженого попарного арифметичного середнього). Цей метод схожий на метод незваженого попарного середнього, різниця полягає лише у тому, що тут як ваговий коефіцієнт використовують розмір кластера (число об'єктів, що містяться в кластері).

Цей метод рекомендується використовувати саме за наявності припущення про кластери різних розмірів.

Незважений центроїдний метод (метод незваженого попарного центроїдного усереднювання). Як відстань між двома кластерами у цьому методі береться відстань між їх центрами тяжіння.

Зважений центроїдний метод (метод зваженого попарного центроїдного усереднювання). Цей метод схожий на попередній, різниця полягає у тому, що для обліку різниці між розмірами кластерів (числі об'єктів в них), використовують вагу. Цей метод переважно використовують у випадках, якщо є припущення щодо істотних відмінностей в розмірах кластерів.

Ієрархічний кластерний аналіз.

Розглянемо процедуру ієрархічного кластерного аналізу. У цьому методі реалізується ієрархічний агломеративний алгоритм, значення якого полягає в наступному. Перед початком кластеризації всі об'єкти вважаються окремими кластерами, в ході алгоритму вони об'єднуються. Спочатку вибирається пара найближчих кластерів, які об'єднуються в один кластер. У результаті кількість кластерів стає рівною $N-1$. Процедура повторюється, поки всі класи не об'єднуються. На будь-якому етапі об'єднання можна перервати, одержавши потрібне число кластерів.

Таким чином, результат роботи алгоритму агрегації залежить від способів обчислення відстані між об'єктами і визначення близькості між кластерами. Для визначення відстані між парою кластерів можуть бути сформульовані різні підходи.

При розвитку міста досить важко встановити єдину мету, але навіть якби це вдалося, така ціль виявилася занадто декларативною. Тому звичайно формулюються приватну мету, або критерії, і загальна мета описується в термінах цих критеріїв. Так, наприклад, задоволення потреб городян у комфортних умовах проживання та роботи вимагає збільшення житлової площі, озеленення, віддалення житлових кварталів від промислових об'єктів, і таким чином, збільшення території міста. У той же час очевидною представляється одна із цілей розвитку міста – мінімальний вплив на оточуюче його природне середовище, а тому, якщо не зменшення, то хоча б стабілізація його розмірів.

Значна роль великих міст в економічному потенціалі країни не дозволяє суттєво знизити частку населення, працівників у промисловості, а отже, підвищити частку населення, працівників у сфері обслуговування.

І, нарешті, поліпшення побутових умов, що призводить до розширення міста, одночасно спричиняє збільшення відстаней і погіршення умов проживання в місті за рахунок більшої витрати часу на пересування.

Ці приклади можна продовжити і дійти до такого висновку: суперечливість різних аспектів розвитку міста не дозволяє використовувати суто формальні способи оптимізації цього процесу. Певним підтвердженням цих обставин є розглянута вище проблема оптимальності. Оцінюючи варіанти міських планувальних структур векторним критерієм, неминуче стикаємося з неможливістю ввести універсальне поняття оптимальності. Результатом такої ситуації є виникнення множини «оптимальних» розв'язань.

У розв'язанні багатокритеріального завдання необхідна участь як мінімум двох осіб: «дослідника» і «фахівця». Завданням «дослідника» є пропозиція способів обліку багатокритеріальності та застосування обчислювальних методів.

Завдання «фахівця» полягає у виборі одного із запропонованих способів, а потім у виборі або прийнятті того або іншого рішення. Тому в сучасній літературі «фахівця» називають особою, яка приймає рішення, підкреслюючи тим самим, що саме йому належить право розв'язання таких завдань і відповідальність за наслідки цих рішень.

Значною мірою процес прийняття складного рішення враховує психологічні фактори – з одного боку, особистість та інтуїцію особи, яка приймає рішення, а з іншого боку, здатність урахувати особливості цієї особистості в запропонованих «дослідником» способах.

Процедури прийняття рішення в багатокритеріальних завданнях можна розділити на два класи. Перший з них характеризується участю особи, яка приймає рішення, лише на первинному етапі вибору процедури рішення. Вибравши ту або іншу процедуру, він одержує одне рішення як результат застосування деякого обчислювального алгоритму. Такі процедури будемо називати алгоритмічними.

Другий клас процедур характеризується суттєво активнішою участю особи, яка приймає рішення, як на етапі вибору процедури, так і в процесі її застосування. Фактично в процесі ухвалення рішення відбувається діалог між особою, яка приймає рішення, і «дослідником», і тому ці процедури названі діалоговими. При оптимізації складних систем для особи, яка приймає рішення, готуються варіанти на обчислювальній машині, в якій реалізована розроблена «дослідником» і обрана особою, яка приймає рішення, модель.

Сучасні засоби програмного забезпечення настільки розвинені, що порівняно легко організувати взаємодію особи, яка приймає рішення, безпосередньо з комп'ютером. Тому такі процедури прийняття рішень називають інтерактивними або людино-машинними.

Особливий випадок виникає тоді, коли в якості особи, яка приймає рішення, виступає група експертів, покликаних оцінювати запропоновані рішення. Крім того, експертні оцінки дозволяють давати якісним показникам числові значення, що набуває особливої важливості при розв'язанні багатокритеріальних завдань.

Із розгляду проблеми ухвалення містобудівного вирішення вже стає ясным, що формальні й неформальні, об'єктивні й суб'єктивні її аспекти досить сильно переплітаються один з одним.

Перелік цілей у будь-якому складному завданні є суб'єктивним. Однак, такі завдання, як правило, мають досить тривалу історію і за цей час фахівці встигають домовитися хоча б про головні цілі.

Більш складне питання виникає при формалізації цілей, тобто визначенні відповідних їм числових функцій. Іноді введення таких функцій природно. Так, вартість спорудження складної системи є сума вартостей її підсистем і їх з'єднань (останні, втім, можна вважати однією з підсистем).

Як правило, будь-яка формалізація є окремий випадок моделювання явища й тому відбиває лише головні риси досліджуваного явища. Так, наприклад, знецінювання капіталовкладень у часі прийнято вважати експонентним. Така залежність у головному правильно оцінює розглянуте явище. Проте слід зазначити, що вона набула дуже широкого розповсюдження, у першу чергу, через свою простоту. Аналогічно, при оцінці якості системи керування багатомірним об'єктом систему вважають «доброю» при забезпеченні досить малого значення відстані до деякої ідеальної точки.

Таким чином, уже при формалізації завдання ухвалення рішення значна роль надається фахівцям у розглянутій області й сформульований, нарешті, список цілей і відповідних їм числових функцій можна вважати об'єктивним у тому розумінні, що його визнає більшість фахівців у даній області.

Важлива роль належить особі, яка приймає рішення, при виборі з нескінченної множини оптимальних рішень, утвореної формальним шляхом за допомогою прийнятого поняття оптимальності. Цей процес суб'єктивний, навіть можна стверджувати – суцільно індивідуальний. Завжди хочеться його замінити алгоритмом. Інша особа, яка приймає рішення, вибирає з тієї ж множини, при тій самій зовнішній обстановці, найчастіше інше рішення.

Одним з результатів міркувань дослідників над цією проблемою з'явилася теорія корисності. Відповідно до цієї теорії передбачається існування в особі, яка приймає рішення, деякої функції корисності, визначеної на множині рішень (або на множині значень критеріїв). Особа, яка приймає рішення, вибирає рішення так, щоб максимізувати власну функцію корисності. Існують різні аксіоматичні підходи до побудови функцій корисності.

Таким чином, після угоди про перелік цілей, виділення рішень-кандидатів на вибір є об'єктивним і вже не залежить від переваг особи, яка приймає рішення. Вибір же остаточного рішення з цих кандидатів тією чи іншою мірою враховує переваги особи, яка приймає рішення, і в цьому сенсі є суб'єктивним.

Основні елементи процесу прийняття рішень [10].

Процес прийняття рішення – це складна багатоетапна процедура. Прийняття рішень завжди пов'язується з конкретною людиною – особою, яка приймає рішення, наділеним відповідними адміністративними повноваженнями.

Це не означає, що рішення завжди приймається одноосібно: у багатьох випадках можна ототожнювати особу, яка приймає рішення, із групою людей, які доходять до рішень у процесі дискусій. При цьому виникає специфічна проблема пошуку рішення, який влаштовує всіх членів групи управління. Зупинимося на цій проблемі докладніше нижче, але поки зручно вважати, що особа, яка приймає рішення, – це якась ланка управління, яка приймає рішення. Процес прийняття рішення має починатися з формулювання проблеми. Розв'язання більшості реальних проблем неминуче вимагає обліку різноманітних цілей.

Наведемо приклади проблем, пов'язаних з функціонуванням великого сучасного міста [11]:

- поліпшення транспортного обслуговування мешканців міста в перспективі на 15 років;
- боротьба із забрудненням повітряного середовища міста;
- будівництво нового аеропорту;
- будівництво нових мікрорайонів;
- боротьба з поширенням небезпечних інфекцій і наркоманії;
- поліпшення енергозабезпечення промисловості та мешканців міста в перспективі на 15 років.

Можна привести ще багато інших прикладів проблем, які постають перед керівництвом великого міста, але з названих прикладів можна бачити, що кожна проблема є сукупністю багатьох часток підпроблем. Особі, яка приймає рішення, слід провести структурування проблеми, розв'язанням якої він тепер займається, тобто виділити ці частки підпроблеми.

Розглянемо, як приклад, проблему поліпшення транспортного обслуговування мешканців міста у перспективі на 15 років.

Підпроблеми, які можна виділити, такі:

- а) будівництво нових і модернізація існуючих транспортних магістралей;
- б) будівництво нових і модернізація існуючих ліній метрополітену;
- в) розширення парку громадського транспорту;
- г) будівництво автозаправок;
- д) будівництво великих багатоярусних автостоянок.

Зафіксуємо одну з перерахованих підпроблем, наприклад, підпроблему «д», припускаючи, що мова йде про будівництво однієї автостоянки для певного міського мікрорайону. На цьому прикладі ми продемонструємо основні елементи загального процесу прийняття рішень.

Є множина варіантів вибору рішень, або множина альтернатив U . Ця множина може складатися з кінцевого числа елементів або кінцевого числа альтернатив, і тоді їх можна перенумерувати та уявити, що U – це підмножина натуральних чисел. Але може виявитися й так, що кількість альтернатив нескінченна. Така ситуація виникає в тому випадку, якщо вибір рішень зводиться до вибору дійсного числа або n -мірного вектору з деякої нескінченної числової множини або множини в n -мірному просторі.

Наприклад, при вирішенні питання про інвестиційний портфель, сукупність альтернатив – це всі можливі набори часток вкладень засобів у різні активи, тобто всі можливі набори ненегативних чисел, сума яких дорівнює одиниці й, можливо, підпорядкованих деяким додатковим умовам.

Ще більш складна ситуація виникає, якщо проблема рішення пов'язана з керуванням певною динамічною системою, яка функціонує в часі. У цьому разі можливі варіанти рішень – це керуючі функції (залежні від часу й/або стану системи), або способи керування системою. Тут множина V не просто складається з нескінченного числа елементів, але й не може бути ототожнена з будь-якою множиною кінцево мірного простору (наприклад, із сукупністю дійсних чисел з деякого відрізка або сукупністю точок площини).

Поки ми не будемо конкретизувати, що є множиною U з математичної точки зору, оскільки це залежить від конкретної проблеми. Кожний вибір, або кожне прийняте рішення призводить до певного результату, який бажано оцінити кількісно. У свою чергу, критерії такої кількісної оцінки визначаються тими цілями, які ставить перед собою особа, яка приймає рішення, при розв'язанні проблеми. Таким чином, формулювання цілей після постановки конкретної підпроблеми приводить до опису тих кількісних критеріїв, які будуть вимірювати ступінь досягнення поставленої мети. Як правило, кожна альтернатива (кожний вибір особи, яка приймає рішення) призводить до результату, який може бути кількісно описаний кінцевим набором деяких числових характеристик, тобто кінцево мірним вектором.

Зупинимося на питанні про те, яким умовам повинен задовольняти набір критеріїв. У будь-якій проблемі, пов'язаній з прийняттям рішення, важливо, щоб використаний набір критеріїв був повним, тобто охоплював усі важливі аспекти проблеми, дійовим, тобто міг бути з користю застосований в аналізі, розкладним, тобто щоб процес оцінки можна було розбити на етапи, ненадлишковим, тобто щоб у нього не входили різні оцінки того самого фактора, і мінімальним, тобто щоб кількість використаних критеріїв залишалася по можливості мінімальною.

Розглянемо докладніше ці властивості.

Повнота. Набір критеріїв (або векторний критерій) є повним, якщо він здатний показати ступінь досягнення загальної (глобальної) мети. Іншими словами, набір критеріїв є повним, якщо, знаючи значення векторного критерію, особа, яка приймає рішення, повністю уявляє ступінь досягнення поставленої загальної мети.

Дієвість. Дієвість набору критеріїв означає, що особа, яка приймає рішення, має розуміти зміст критеріїв і вміти пояснити їх іншим, особливо в тих випадках, коли найважливішою метою роботи є вироблення й захист певної позиції.

Розкладність. Формальний аналіз рішення вимагає, щоб ми знайшли кількісне вираження як переваг особи, яка приймає рішення, щодо можливих наслідків, так і його суджень про невизначені події. Це завдання надзвичайно складне, якщо набір критеріїв не є розкладеним. Інакше кажучи, бажано, щоб розглянуті завдання могли бути підрозділені на частині з меншою розмірністю. Наприклад, якщо в проблемі використовується п'ять критеріїв, то можливо, що вдасться розділити процес оцінки наслідків на дві частини: у першій оцінці будуть вестися за двома критеріями, а в другій – за трьома.

Ненадлишковість. Критерії повинні бути визначені так, щоб не дублювався облік тих самих аспектів можливих наслідків.

Мінімальна розмірність. Бажано, щоб набір критеріїв залишався настільки малим, наскільки це можливо. Щораз, коли ціль підрозділяється на підцілі, виникає небезпека виключення важливих аспектів проблеми. Однак з ростом числа критеріїв зростають труднощі формування багатомірних переваг.

Причини невизначеності зв'язані як із впливом численних недетермінованих факторів, так і з недостатньо повним знанням зв'язків між рішенням і його результатом.

Виділимо два основні види невизначеності:

а) невизначеність, викликана неповнотою математичного (або іншого) опису зв'язку між альтернативою u і результатом (оцінкою) цього вибору q ;

б) невизначеність, викликана дією випадкових факторів.

Між цими двома видами невизначеності немає різкої відмінності, все залежить від конкретної ситуації й тієї інформації, яку мають особи, які приймають рішення.

Розглянемо тепер як описана процедура виглядає на прикладі з підпроблемою «д» (будівництво великої багатоярусної автостоянки в даному мікрорайоні), проблеми поліпшення транспортного обслуговування мешканців міста в перспективі на 15 років.

Почнемо з формулювання мети цієї підпроблеми. Їх можна описати таким чином:

- мінімізувати загальну вартість будівництва й експлуатації;
- забезпечити достатню пропускну здатність для задоволення потреб індивідуального автовласника;
- мінімізувати час досягнення житлових кварталів мікрорайону від автостоянки;
- мінімізувати громадське невдоволення, викликане появою автостоянки;
- максимізувати безпеку функціонування автостоянки;
- мінімізувати вплив шуму й екологічні наслідки будівництва автостоянки.

Тепер розглянемо фактори невизначеності в цій підпроблемі:

- майбутня чисельність населення мікрорайону;
- час появи ефективних шумопоглинальних матеріалів;
- кількість автомобілів у майбутньому.

Опишемо тепер множину альтернатив або множину варіантів вибору:

- вибір місця будівництва;
- вибір типу проекту;
- вибір фірми-забудовника;
- вибір типів автомобілів.

Принципи багатокритеріального вибору при відсутності невизначеності.

У результаті аналізу проблеми та побудови відповідних математичних моделей перед особою, яка приймає рішення, постає завдання вибору найкращого рішення. Цей вибір має дві принципові особливості:

а) якість рішення, як правило, не можна охарактеризувати лише одним показником, тобто має місце так звана проблема багатокритеріального вибору найкращого рішення за набором показників;

б) кожний показник якості рішення залежить не тільки від самого рішення, але від факторів невизначеності, що приймають значення з деякої множини Y .

Корінні зміни, що відбуваються в економічному житті України пов'язані зі створенням сучасної ринкової системи. Ринкові відносини потребують принципово нових підходів до формування та здійснення земельної політики. Особливо це актуально для великих міст, що володіють матеріальними ресурсами та високим інтелектуальним потенціалом, що дозволяє швидко та ефективно мобілізувати ринковий потенціал земельних ресурсів, залучити інвестиції в найбільш важливі галузі життєдіяльності міста.

Чим більша площа міста та його населення, тим суттєвіша диференціація у вартості земельних ділянок на околиці та в центрі міста.

Класифікатори земель відображають позицію певної групи спеціалістів. Архітектори-містобудівники розглядають місто як складну структуру, що динамічно розвивається. Земельний кадастр відображає землеволодіння, що фактично склалося у місті. Неможливо створити універсальний для всіх відомств класифікатор земель міста. Необхідно розробляти серію класифікаторів міських земель за різними аспектами.

При створенні нової інфраструктури в повній мірі повинні враховуватися механізми ринку землі, а інвестиції скеровуватися в ті райони та галузі міського господарства, які забезпечують максимум переваг за короткий час.

Суттєву роль у прискоренні процесів покращення міської інфраструктури грає формування критеріїв для здійснення земельної податкової політики, виявлення суб'єктів податкових пільг, визначення та коригування рівня орендних платежів у рамках земельної політики, що проводиться. Все це потребує відповідного рівня інформаційного забезпечення та безперервного аналізу можливих наслідків управлінських рішень за допомогою сучасних математичних моделей та комп'ютерних систем.

Таким чином, формування ринку землі, правильний облік її вартості, адекватна земельна політика та її повноцінне інформаційне забезпечення можуть покращити розвиток міста в інтересах мешканців. Основою створення різних інформаційно-керуючих територіями систем може бути міський кадастр, тому що він має низку переваг [1]:

- дає просторове положення земельних ділянок та всіх об'єктів нерухомості в міському середовищі;

- об'єднує різноманітну за структурою та складом інформацію і дає цій інформації територіальну прив'язку;

- є об'єктивно необхідним процесом для побудови ринкової економіки.

Земельно-кадастрова інформація, маючи властивості комплексної інтеграції і взаємозв'язаної різнорідної інформації, дозволяє розглядати міський земельний кадастр як основу земельної інформаційної системи міста.

Інформаційно-управляюча система (геоінформаційна система) забезпечує:

- формування опорної графічної інформації щодо всієї території міста;

- створення графічної основи міського кадастру у формі планів меж земельних ділянок та тісно пов'язаної з ними нерухомості;

- відображення балансу земель по господарському і функціональному використанню земель;

- достовірність правового статусу земель і сервітути;
- інтеграцію і порівнянність семантичної інформації з різних проблем управління земельними ресурсами.

Під структуризацією території населеного пункту розуміється визначення ієрархії його складових елементів, наприклад: місто – район – квартал (секція) – вулиця – відрізок вулиці – кадастрова облікова ділянка (елементарний об'єкт).

Залежно від розміру території населених пунктів ті або інші елементи можуть бути виключені, наприклад, малі населені пункти немає необхідності розчленовувати на райони і квартали.

Процес структуризації території є основним і полягає у виділенні вказаних елементів і їх кодуванні [3]:

- район є адміністративно-територіальною одиницею, межі якої встановлені на підставі юридичних документів. Район складається з кварталів (секцій) і вулиць. Кожному району присвоюється номер, що складається з двох знаків і відповідає алфавітному списку районів;

- квартал (секція) – територіальна одиниця, межами якої є червоні лінії забудови або межі відведення дороги і вулиць. Кwartали усередині району (міста) нумеруються зліва – направо, зверху – вниз або у міру їх формування і описуються трьома знаками. Може бути застосована інша система нумерації, проте це повинно бути обумовлено;

- вулиця – це частина території, обмежена червоними лініями забудови, призначена для переміщення всіх видів транспорту і пішохідного руху. Вулиці складаються з відрізків вулиць. Перетин декількох вулиць утворює перехрестя. Вулиці позначаються в межі населеного пункту кодом відповідно до їх алфавітного списку. Код складається з чотирьох знаків;

- площа (перехрестя) – це перетин декількох вулиць, обмежених лініями забудови. Код площі містить п'ять знаків. Площа, на відміну від перехрестя, має назву;

- кадастрова ділянка – це частина території з однорідними показниками правового, господарського, природного, економічного змісту, передана в тимчасове або вічне користування, володіння або оренду юридичній або фізичній особі. Кадастрові ділянки нумеруються в межах кварталу (секції). Код містить три знаки;

- елементарний об'єкт (угіддя) – складова частина кадастрової ділянки, відрізка вулиці, площі, перехрестя, що систематично використовують з конкретною господарською метою, володіє однорідними природно-історичними властивостями.

Угіддя нумеруються всередині кадастрової ділянки або кварталу.

Код містить три знаки.

Структуризація території та районів здійснюється за картами масштабів 1:5 000 – 1:25 000.

Кадастровий план може містити шари:

- межі населеного пункту;
- межі районів, що входять в населений пункт, кварталів з їх назвами і кодами;
- будівлі і споруди;
- великі річки і водоймища;
- основні залізниці і автостради.

Кадастровий план районів включає:

- насоси;
- межі районів;
- межі суміжних районів землекористувачів;
- будівлі і споруди;
- великі річки і водоймища, основні залізниці і магістралі;
- межі кварталів (секцій), відрізків вулиць, площ (перехресть) і їх цифрове позначення;
- назва вулиць, площ, водоймищ.

Графічна інформація на кадастрових планах доповнюється семантичною (опис ділянки, економічна оцінка, власності), а також геометричною інформацією (просторове положення об'єктів). Збір семантичної інформації здійснюється методами анкетування, інтерв'ювання, обстеження, вибіркового спостереження. Геометрична інформація формується за допомогою наземних зйомок, а також цифрування наявних картографічних матеріалів і аерофотознімків. Спочатку концентрується інформація про межі населеного пункту і районів, що входять до нього, на дигітайзері або векторизаторі.

Дана інформація надалі поповнюється змістовною, при цьому оформлюється [7]:

- паспорт населеного пункту;
- паспорт кадастрової ділянки;
- паспорт району;
- паспорт площі;
- паспорт угіддя;
- паспорт вулиці;
- перелік площ.

Збір інформації на район починають з формування об'єкта «Район». На цей об'єкт заповнюють «Паспорт району», на схемі відмічають межі кварталів (секцій), а також позначають межі перехресть, площ і відрізків вулиць. Потім виділяються об'єкти «Квартал», яким присвоюють коди, що складаються з коду району і відповідного номера кварталу.

Після цього формують об'єкти «Площа» і об'єкти «Перехрестя», яким також присвоюються номери в межах населеного пункту.

Збір інформації на квартал (секцію) починається з формування об'єкта «Ділянка», якій присвоюють код, що складається з коду району, номера кварталу і номера ділянки. На кадастрову ділянку заповнюють «Паспорт ділянки». На даному етапі виділяють об'єкти «Відрізок вулиці», яким присвоюють коди, що складаються з номера вулиці відповідно до списку вулиць і номера відрізка вулиці.

Значення географічних інформаційних систем і цифрової топографічної основи при підготовці матеріалів кадастру.

Зараз немає єдиного визначення геоінформаційної системи, оскільки вони мають багатофункціональне застосування. Проте в будь-яких формулюваннях під цим терміном мають на увазі інформаційну систему збору, збереження, обробки, пошуку і відображення просторово визначених даних.

Залежно від ознаки, покладеної в основу створення геоінформаційної системи, існують різні їх класифікації за характеристиками:

- територіальний обхват (глобальні, регіональні, національні, локальні);
- цілі (багатоцільові, спеціалізовані, зокрема, інформаційно-довідкові, інвентаризаційні, для потреб планування, управління);
- тематична орієнтація (загальногеографічні, галузеві, зокрема, водних ресурсів, використання земель, лісокористування, рекреації і так далі).

Останнім часом геоінформаційні системи знайшли широке застосування для кадастру населених пунктів. Створення геоінформаційних систем в місті вимагає істотних матеріальних і трудових затрат.

Для створення геоінформаційних систем потрібні [10]:

- обчислювальна техніка (закупівля, наладка і обслуговування);
- програмне забезпечення (закупівля, створення спеціальних програм, наладка і обслуговування);
- фахівці (навчання, перепідготовка);
- дані (створення і введення).

Процес виведення геоінформаційних систем міста на повну інформаційну потужність може зайняти десятки років.

Тому важливо з'ясувати питання – чи виправдані всі ці витрати. Опис місцеположення об'єктів в базі даних геоінформаційних систем виконують записами координат точок X,Y,Z. Креслення здійснюють з точністю натурних вимірювань (якщо введення даних в геоінформаційну систему проводять безпосередньо за результатами зйомки, а не з картографічних матеріалів), що на порядок точніше і абсолютно недосяжно в паперовій технології. При коректурі топографічної зйомки немає проблем із збереженням зображень об'єктів, що виникають унаслідок деформації паперу, стирань і зрізів. Параметр часу забезпечує доповнення топографічних даних геоінформаційних систем четвертим виміром, окрім трьох просторових.

Електронна модель топографічних матеріалів з параметром часу дозволяє зберігати дані для вивчення міської забудови в історичній ретроспективі. Технологія комп'ютерних баз даних передбачає запити на отримання інформації стандартним способом, що забезпечує доступ до інформації десятків користувачів одночасно, включаючи керівників, які приймають рішення.

Можливість «пошарового» ведення графічних баз даних дозволяє учасникові загальноміської бази даних сконцентрувати свої зусилля на власних проблемах і використовувати для виробничих завдань сукупну інформацію про територію з багатьох інших джерел.

З матеріалами міського кадастру можна зв'язати інші дані, зокрема:

- звичайні і тематичні карти і плани;
- фотографії, малюнки, креслення, схеми, відеозображення і звуки;
- аеро- і космічні знімки;
- статистичні таблиці і текстові описи, технічні дані;
- поштові адреси, телефонні книги і довідники;
- геодезичні, екологічні і будь-які інші відомості.

ГІС-технологія дозволяє зібрати ці розрізнені дані та в єдиному вигляді зберігати, оновлювати, аналізувати, проводити будь-які операції, стежити за всіма змінами, отримувати різні карти, плани, таблиці.

Важливо, що результатом може бути не тільки серія карт в будь-якому вибраному масштабі з початковою інформацією або її сукупністю, але і аналітичні карти, відеозображення, масиви даних.

Проектуючи географічні інформаційні системи, необхідно виконати дії:

- виробити вимоги, що стосуються вихідного картографічного матеріалу (потрібний масштаб, проекція, система координат);
- визначити розмірність географічних даних (двовимірні чи тривимірні), а також встановити модель подання просторових даних (векторна чи растрова);

– спроектувати пошаровий склад просторової інформації геоінформаційної системи;

– встановити наявність цифрових карт необхідної території.

Рекомендується мати декілька джерел фінансування створенням геоінформаційної системи, до того ж потрібно передбачити варіант самофінансування проекту.

Таким чином, багаторівнева геоінформаційна система міста дає такі переваги для її користувачів [10]:

– зв'язність і узгодження всієї інформації в єдиній базі даних для ухвалення управлінських рішень інформаційного забезпечення на різних рівнях міського планування;

– використання муніципальних геоінформаційних систем для отримання, аналізу і прийняття рішення користувачем за інформацією різного ступеня детальності;

– зменшення витрат по створенню і оновленню топографічних, кадастрових і базових карт.

Муніципальна геоінформаційна система подає інформацію на рівні муніципалітету, районів міста, ділянок для планування міжрайонних зв'язків, моніторингу, планування і управління галузями міського господарства.

Багаторівнева геоінформаційна система забезпечує вирішення завдань в масштабних рядах [3]:

– оглядовий 1:5 000, 1:10 000, 1:25 000 і дрібніше (екологічна ситуація);

– середній 1:1 000, 1:2 000 (наприклад, сільський кадастр);

– детальний 1:500 і більше (наприклад, міський кадастр).

З вищесказаного можна зробити висновок, що створена і працююча міська геоінформаційна система виправдовує вкладені в неї матеріальні та трудові витрати.

Геоінформаційна система будь-якого рівня, як система, є уніфікованим набором функціональних компонентів [10]:

– призначений для користувача інтерфейс об'єднує програмну і апаратну частини геоінформаційної системи з оператором. Інтерфейс повинен відповідати вимогам фізичного і психологічного комфорту оператора, бути ефективним, швидкодіючим, таким, що адаптується до конкретного користувача, має можливість діалогу;

– система управління базами даних (СУБД) використовується для пошуку інформації в базі даних. Більшість сучасних геоінформаційних систем має дві окремі СУБД для графічних і тематичних даних;

- система введення даних забезпечує введення графічних даних за допомогою ручних і напіваавтоматичних дигітайзерів;
- растрове введення графічних даних з подальшою напіваавтоматичною векторизацією;
- растрове введення аеро- і космічних знімків;
- автоматизоване введення текстових даних стандартних форм;
- введення даних GPS, електронних тахеометрів і результатів різних топографічних знімків.

Виділимо етапи проектування кадастрової геоінформаційної системи [11].

Етап 1. Аналіз інформації для ухвалення рішень щодо створюваної системи (визначення кількості і складу користувачів, аналітичний огляд науково-технічної документації з існуючої розробки, створення логіко-поняттєвих моделей на рівні «проблема – задача – об’єкт», встановлення зв’язків між об’єктами).

Етап 2. Аналіз і вивчення джерел інформації (вивчення забезпеченості території картографічними, аерокосмічними, довідковими матеріалами і іншими джерелами, тематичний збір даних, складання класифікаторів опису даних, каталогізація і оцінка початкових даних).

Етап 3. Визначення структури бази даних (класифікація даних, аналіз необхідної періодичності оновлення інформації в базі даних, розробка вхідних форматів представлення даних).

Етап 4. Визначення функціональних елементів системи і умов їх взаємодії (визначення загальної структури системи і системи управління, функціональних, прикладних, загальносистемних елементів програмного забезпечення, технічних засобів устаткування і їх конфігурацію, інформаційних зв’язків між різними користувачами).

Етап 5. Складання мережевого графіка робіт, календарного плану робіт, визначення бюджету проекту. При проектуванні багатоцільової геоінформаційної системи міста є своя особливість. Домінуючим в такій геоінформаційній системі є аспект колективного користування (земельні комітети, управління архітектури і містобудування, комунікаційні, управлінські, транспортні, інженерні служби, податкові інспекції).

Засоби аналізу (обробка запитів користувачів) об’єднують процедури маніпулювання даними, наприклад: виділення об’єктів за заданими ознаками, операції накладення графічних контурів.

Засоби відображення і генерації звітів ефективно і наочно представляють результати обробки призначених для користувача запитів.

Геоінформаційні системи мають різноманітні засоби генерації і виведення звітів картографічних документів і засобів створення поліграфічних друкарських форм.

Ефективне використання такої геоінформаційної системи може бути тільки при кооперації всіх служб. Інформаційною основою геоінформаційної системи, яка визначає її основну відмінність від інших автоматизованих інформаційних систем, є дані про земну поверхню, що представляються зазвичай у вигляді цифрових карт, які забезпечують можливість вирішувати типові завдання геоінформаційної системи.

Переваги цифрових карт перед традиційними (на твердих носіях) системами полягають в компактності зберігання, оперативності оновлення, широкому спектрі застосування. Існуючі технічні і програмні засоби дозволяють переглядати і редагувати цифрові карти на екранах дисплеїв, готувати і виводити паперові копії, проводити і оформляти результати складних розрахунків, пов'язаних з обробкою територіально розподілених явищ.

Головною перешкодою широкого впровадження цифрових карт залишається висока трудомісткість їх створення, дорожняча і тривалість виготовлення.

Цифрова обробка підрозділяється на етапи [3].

Етап 1. Первинна обробка матеріалів і приведення різноманітної топографічної і кадастрової інформації до єдиного вигляду.

Етап 2. Формування цифрової моделі місцевості (вона містить топоінформацію у повному і впорядкованому вигляді, придатному для універсального використання).

Етап 3. Перетворення цифрової моделі місцевості в цифрову карту (топографічна інформація трансформується в картографічну відповідно до конкретних вимог змісту карти). На цьому етапі відбувається креслення горизонталей, інтерполяція, апроксимація, редагування, генералізація.

Етап 4. Формування баз даних цифрової моделі місцевості. У базі даних здійснюється стандартизація накопиченої інформації. З її допомогою можна оперативно приймати і видавати необхідну інформацію.

Виготовлення цифрових карт виконується за різними технологіями. Нижче розглянуті такі з них, як дигіталізація, сканування, цифрова фотограмметрія, координування. Основним приладом в дигітальній технології є дигітайзер. Це пристрій ручного цифрування графічної інформації. Технологія цифрування з використанням дигітайзера дуже трудомістка, оскільки вимагає кропіткої ручної праці кваліфікованого оператора.

Сучасний рівень розвитку засобів введення (сканери) не дозволяє повністю замінити ручну технологію, хоча останнім часом дигітайзери почали витіснятися з ряду сфер застосування і ця тенденція буде розвиватися.

Створення цифрової карти за допомогою дигітайзера можна розділити на:

- дигіталізація топографічних планів;
- обробка цифрової інформації;
- створення масиву семантичної інформації;
- контроль метричної і семантичної інформації;
- виправлення помилкової цифрової картографічної інформації.

Дигіталізація топографічних планів починається з орієнтування планшета.

Стандартний спосіб застосовується для топографічних планів з координатною сіткою. Він припускає введення координат південно-західного кута планшета і розмірів трапеції в плані, після чого проводиться сколювання всіх чотирьох кутів планшета.

Загальний спосіб орієнтування припускає введення відомих координат трьох або більше точок на топографічному плані і подальше сколювання цих точок в тому порядку, в якому вони введені.

Після орієнтування переходять до процесу дигіталізації, який є сколюванням точок ліній, поворотних точок ламаних, пікетів, умовних точкових знаків і так далі. Дана технологія в даний час знаходить широке застосування в топографо-геодезичному виробництві.

Процес створення цифрової карти методом цифрування відсканованих планшетів можна розбити на п'ять етапів [3].

Етап 1. Сканування планшета.

Етап 2. Цифрування растрового зображення.

Етап 3. Створення масиву семантичної інформації.

Етап 4. Контроль метричної і семантичної інформації.

Етап 5. Виправлення помилкової цифрової картографічної інформації.

Координування даних широко використовують під час інвентаризації земель. Воно полягає у визначенні координат об'єктів. Результати вимірювань можуть бути записані в журнал (традиційний метод), у реєстратор або карту пам'яті тахеометра (автоматизований метод). Обробка даних здійснюється у камеральних умовах з використанням персонального комп'ютера і пакету прикладних програм, або безпосередньо у процесі вимірювань при використанні електронного тахеометра. Результатом обробки можуть бути каталоги координат, плани, кадастрові картки, румби і довжини ліній всіх сторін земельних ділянок.

Поява геоінформаційних систем потребувала від фотограмметрії оперативного перетворення інформації і, що найголовніше, дешевшими засобами. У середині 70-х років з'явилися достатньо потужні графічні станції, які дозволили моделювати окремі фотограмметричні процеси. Перші досліди не дали бажаного результату, оскільки процес розвитку цифрової фотограмметрії стримувався розвитком прецизійних сканерів високої роздільної здатності, що перетворюють аналогове зображення фотознімків у растровий вигляд.

У середині 80-х років даний стримуючий бар'єр було подолано і іноземні фірми налагодили серійний випуск даного устаткування.

З середини 80-х років почався інтенсивний розвиток цифрової фотограмметрії за кордоном. У нашій країні її розвиток стримувався відсутністю вітчизняної апаратури і дорожнечою імпортою.

Перевагою цифрової фотограмметрії є те, що вона поставляє споживачеві найсучаснішу інформацію про стан досліджуваної області. Це істотно як для оновлення карт, так і для функціонування геоінформаційних систем. Недоліком є те, що вартість задіяного устаткування є високою.

У цифровій фотограмметричній системі процес стереоскопічного вимірювання координат точок знімків на фотограмметричних приладах замінюється роботою оператора з курсором і «мишею» після відтворення на екрані одного або двох дисплеїв (стереомонітора) частин цифрових зображень, що перекриваються. При відповідному програмному забезпеченні допускається можливість використання фахівців невисокої кваліфікації. На жаль, унаслідок високої вартості устаткування, цифрова фотограмметрія в Україні розвивається дуже повільно.

Необхідність цифрової форми подання топографічної і спеціальної інформації, як метричної основи геоінформаційних систем, стає все більш актуальною для користувачів. Це особливо відноситься до ведення земельного і міського кадастру. При цифровій формі подання даних про місцевість дуже важливим і трудомістким є початковий збір топографічної і спеціальної інформації. Для збору цієї інформації залежно від поставлених завдань використовуються польовий, картометричний, фотограмметричний методи.

Польовий метод є безпосереднім зніманням (за допомогою теодоліта, тахеометра, GPS), після якого реалізують введення отриманих вимірювань в комп'ютер і координування інформації за допомогою спеціальних програм (наприклад, Autocad).

У картометричному методі беруться за основу готові карти і плани, які за допомогою дигіталізації або сканування переводять її в цифрову форму.

Основою фотограмметричного методу є аерокосмічні знімки, які переводяться у цифрову форму. Загальні переваги всіх польових методів такі: безпосередній огляд виконавцем ситуації на місцевості, сучасніша інформація про місцевість, висока точність отриманого цифрового матеріалу.

До недоліків можна віднести трудомісткість, сезонність робіт, обхват невеликої території місцевості.

Вибір методу створення цифрових карт повинен ґрунтуватися на аналізі багатьох чинників: розміру території, часу на виконання роботи, наявності матеріальних засобів, кваліфікації виконавця.

Природно, що для створення цифрової карти на невелике селище доцільніше застосовувати польові методи або картометричні, якщо немає необхідності у вищій точності.

При створенні цифрової карти на великі райони краще застосовувати методи цифрової фотограмметрії.

Основне завдання створення кадастру полягає в створенні єдиного інформаційного простору використання, розпорядження і володіння об'єктами нерухомого майна в цілях управління розвитком міста як складною системою, що динамічно розвивається. Створення єдиного інформаційного простору можливе тільки за умови просторово-часової прив'язки інформації про землі міста і об'єкти нерухомого майна. Для просторової прив'язки об'єктів нерухомого майна можна використовувати ідеологію цифрової топографічної основи земельного кадастру.

Аналіз закордонних кадастрів показує, що в основі майнового кадастру має бути система оперативного віддзеркалення (моделювання, картографування) об'єктів нерухомості. По своєму сенсу земельно-майновий кадастр повинен відображати стан об'єктів нерухомого майна, тобто технічні, економічні і юридичні характеристики об'єктів нерухомого майна на даний момент часу. Інакше інформація не може бути використана при операціях з нерухомими майном і при управлінні містом. Світовий досвід створення земельно-майнових кадастрів показує, що необхідно скоротити до мінімуму обсяг інформації на кадастровому плані, щоб мати можливість вести його в оперативному режимі.

Цифрова основа кадастру є просторовою моделлю об'єктів нерухомого майна в системі координат державного кадастру.

Межі об'єктів нерухомого майна формуються при мінімальному обсязі топографічної інформації. Для кожного об'єкта нерухомого майна необхідно показати його кадастровий номер. Топографічна інформація використовується для відображення положення об'єкта нерухомого майна в міському середовищі.

Перший базовий інформаційний шар містить інформацію про координати геодезичної мережі міста і задає метричний простір міста. Другий базовий шар містить інформацію про координати меж і кадастрові номери земельних ділянок. Третій базовий інформаційний шар містить векторну цифрову карту нерухомого майна міста при мінімальному обсязі топографічної інформації.

Кількість тематичних шарів державного кадастру не визначається.

У тематичних шарах можуть відбиватися адміністративні і територіальні межі міста, кадастрове районування міста, підземні комунікації, сервітути.

2.2 Практичні аспекти використання геоінформаційних технологій в управлінні територіями

План

1. Розвиток геоінформаційних систем, як базису для впровадження геотехнологій в управління територіальним розвитком.

2. Інформаційна система підтримки прийняття управлінських рішень на основі геоінформаційних систем і Web-технологій.

3. Задачі територіального управління, які вирішуються за допомогою ArcMap.

Територіальне планування. Це загальновизнана практика всіх цивілізованих країн, у тому числі і з самими ліберальними економічними системами. Річ у тому, що чинники економічної вигоди при територіальному плануванні не можуть розглядатися як основні, оскільки основне завдання територіального планування – створення комфортних умов для населення. Це поняття має на увазі таку просторову організацію території, яка має відповідати багатьом вимогам: надання зручних майданчиків для житла, виробництва, торгівлі, науки, управління, відпочинку.

Планована територія повинна також відповідати критеріям екологічної безпеки, бути естетично привабливою, з надійною та безпечною інженерною та транспортною інфраструктурою. Відповідно, документація територіального планування повинна забезпечити можливість реалізації цих потреб та надати пропозиції з формування просторового середовища для стійкого поетапного розвитку міської території.

Слід розуміти, що як би не було законодавчо-затверджених документів територіального планування, то в містах не було б парків, територій для споруд, музеїв, лікарень, театрів та всього того, що необхідно для повноцінного життя.

З точки зору забудовників це економічно не вигідно. Земельні ділянки під ці об'єкти не дають того економічного ефекту, який може дати житлове будівництво або будівництво комерційних об'єктів.

З іншого боку, там, де ділова активність менш інтенсивна, де землі багато або доступ до ділянок не такий зручний, ціни значно менші. У таких випадках ринок нехтує землею, розтрачує її. Наслідки ж нераціонального просторового засвоєння, як показує світова практика, важко перебороти.

Територіальне планування розглядає не тільки проблеми раціонального освоєння територіальних ресурсів, воно також висвітлює перспективи розвитку в економічній, соціальній, історико-культурній та інших сферах. Посилюються екологічні стандарти, підвищується рівень життя людей.

Всі ці і багато других аспектів повинно бути враховано в пакеті документів територіального планування. Саме у зв'язку з цим при розробці такої документації необхідно використовувати комплексний підхід, здійсненню якого ідеально допомагають геоінформаційні технології.

Основними перевагами використання геоінформаційних технологій та цифрових космічних зображень в територіальному плануванні є [11]:

- можливість постійної актуалізації цифрових картографічних матеріалів та баз даних;
- наукова обґрунтованість проектних пропозицій за рахунок достовірної інформаційної бази;
- можливість моделювання та «програвання» більшої кількості варіантів розвитку територій, а також їх наочного відображення;
- використання матеріалів проекту для організації містобудівного і екологічного моніторингу;
- створення картографічного ядра багатофункціональної територіальної геоінформаційної системи.

Міське планування в сучасних умовах просто не може бути без фази моделювання. Додаткові складнощі, крім загального зростання компактності забудови, пов'язані з підвищеними вимогами до комфортності мешкання, екології, охорони навколишнього середовища, збереження історичного вигляду міста і традицій містобудування, що склалися, в тому або іншому регіоні чи місті.

У процесі моделювання створюється прообраз майбутніх споруд, які довгі роки покликані служити інтересам населення міста, бізнесу, туризму. Розглянемо деякі питання тривимірного моделювання на основі геоінформаційних технологій, залишивши за дужками можливості моніторингу міського середовища за допомогою засобів дистанційного зондування.

Моделювання нових будівель і архітектурних комплексів традиційно виконувалося на листі ватману або за допомогою створення макетів будівель, моделювання ландшафту місцевості – всіма доступними засобами, починаючи від картону, поролону і закінчуючи звичайним мохом. На створення таких макетів йшло дуже багато зусиль і часу. При проектних інститутах ще зовсім недавно існували спеціальні модельні відділи і навіть цехи.

Сьогодні всі вони зникли. І не тільки через недостатнє фінансування, але і внаслідок неповороткості, неоперативності і трудомісткості.

Що ж прийшло або приходить на зміну кубикам пінопластів?

Отже, за допомогою ArcView з додатковим модулем 3D Analyst можна в лічені хвилини створити тривимірну модель місцевості. Звичайно, при тій умові, що є доступ до муніципальної геоінформаційної системи, або хоча б, наприклад, цифрова карта місцевості з будівлями (їх висотами), вулично-дорожньою мережею, рельєфом у вигляді горизонталей, шаром рослинності та гідрографії.

Володіючи такою геоінформаційною системою чи картою (основою яких є велика база даних), можна також легко впровадити в існуючий ландшафт проєктовані будівлі або цілі архітектурні комплекси і проводити різного роду аналіз проєкту і його взаємодії з навколишнім оточенням. Можна заперечити, що стандартні функції 3D Analyst дозволяють виводити на екран тільки примітивні коробки будівель та ухвалити остаточне рішення при такому виді будівель достатньо складно.

Впровадження 3D Analyst дозволяє [10]:

- правильно вибрати місце для будівельного майданчика з урахуванням рельєфу місцевості, крутизни схилів, існуючої забудови і ландшафту;

- правильно орієнтувати будівлю щодо сторін світла з урахуванням освітленості в різний час доби. Оскільки проєктування виконують не на площині, а на моделі реальної місцевості, необхідно оцінити об'єми майбутніх земляних робіт. У разі потреби, визначити наявність видимості між різними об'єктами і побудувати профілі місцевості за різними напрямками;

- можна швидко змінювати проєкт, переміщати будівлі та інші елементи проєкту і за допомогою послідовних наближень досягати бажаного результату.

При цьому, засоби 3D Analyst дозволяють не тільки поглянути на побудований об'єкт, але також і «побачити» те, що знаходиться за вікнами нової будівлі. У наш час існує додаткове програмне забезпечення для 3D Analyst, яке дозволяє створювати об'ємну візуалізацію місцевості з відображенням будівель в їх реалістичному стані.

Іншим способом реалістичнішого відображення будівель є відображення їх в середовищі систем автоматизованого проектування і подальше впровадження їх в 3D Analyst.

Більш того, якщо мають бути аеро- або космічні знімки високого дозволу, то після відповідної їх обробки можна відтворити картину місцевості – аж до дерев, що окремо стоять, та інші досить дрібних деталей. За рахунок цього можна оцінити свій проект ще й з естетичної точки зору.

Після того, як вирішені принципові питання проекту, можна приступати до детального його опрацювання, створювати креслення майбутніх будівель, опрацювати фасади та інше. Дану фазу проектування, звичайно ж, краще виконувати в спеціалізованих системах автоматизованого проектування.

Після закінчення проектування можна впровадити готове тривимірне креслення в 3D Analyst, провести останній аналіз і ухвалити остаточне рішення.

Розглянемо основні напрями підвищення ефективності управління міськими територіями на основі технології тривимірної візуалізації географічних даних в поєднанні з фотореалістичною візуалізацією будівель кварталу міста Харкова.

Необхідність підвищення якості сприйняття візуальної інформації про міський простір, розширення складу муніципальних завдань для вирішення яких використовують географічні і інформаційні технології, в даний час логічним чином веде до необхідності створення тривимірного міського геоінформаційного простору.

Основною метою побудови тривимірного міського геоінформаційного простору є побудова тривимірних віртуальних моделей міст, які дозволять вирішувати широкий спектр завдань, пов'язаних з містобудівною діяльністю в масштабі, наприклад [5]:

- планування розвитку міських територій;
- проектування, реконструкція і експлуатація будівель та споруд;
- вдосконалення і проектування транспортних систем;
- ведення міського кадастру, ріелторська діяльність.

Крім цього, створення тривимірного міського геоінформаційного простору дозволить вирішити круг прикладних завдань, таких як [6]:

- забезпечення безпеки мешкання на міській території;
- забезпечення застосування транспортно-навігаційних систем;
- забезпечення моніторингу екологічної обстановки міської території;
- вирішення інформаційно-пошукових завдань;
- забезпечення туристичної і інвестиційної привабливості міської території.

Застосування тривимірного міського геоінформаційного простору у сфері муніципального управління дозволить привернути широке коло потенційних інвесторів, консультантів, експертів і забезпечити заходи, направлені на стійкий розвиток міста, а також забезпечить створення сприятливого середовища мешкання і підвищить ступінь архітектурної і інвестиційної привабливості міських територій.

Для підвищення якості сприйняття тривимірного міського геоінформаційного простору виконана фотореалістична візуалізація міської території. Потреба у фотореалістичному відображенні навколишнього світу збільшує значущість тривимірного міського геоінформаційного простору. Тривимірна фотореалістична візуалізація міських територій методами комп'ютерної графіки і створення муніципальних тривимірних геоінформаційних систем здатні змінити технологію і практику управління містом, міського планування навколишнього середовища, розробки і ведення проєктів.

Створення тривимірного міського геоінформаційного простору з фотореалістичною візуалізацією вимагає великих зусиль під час збору початкової інформації та геометричного моделювання будівель і споруд, залежить від повноти і точності даних, що представляють ландшафт.

Відповідною відправною точкою можуть служити базові дані, що становлять основу геоінформаційних систем: цифрові моделі рельєфу, електронні карти. При створенні фотореалістичної тривимірного міського геоінформаційного простору необхідно роздільно формувати моделі поверхні міської території і тривимірних об'єктів, на ній розташованих.

Загальну стратегію створення фотореалістичного тривимірного міського геоінформаційного простору можна представити у вигляді схеми (рис. 2.2) [1].

У рамках цієї стратегії були виконані роботи зі створення експериментальної моделі міського кварталу міста Харкова.

Геометрію моделі міської території визначає система координат, в якій створена цифрова модель поверхні. Вибір місцевої прямокутної системи координат дозволяє спростити поєднання моделей місцевості і міських об'єктів, які створюються в прямокутній системі координат.

Фотореалістична модель міського кварталу міста Харкова розроблена студентами кафедри геоінформаційних систем, оцінки землі та нерухомого майна під керівництвом викладачів кафедри.

Інформаційно-довідкова складова тривимірного міського геоінформаційного простору забезпечує виведення адреси об'єкта (будівлі), що цікавить, з наданням будь-якої додаткової інформації.

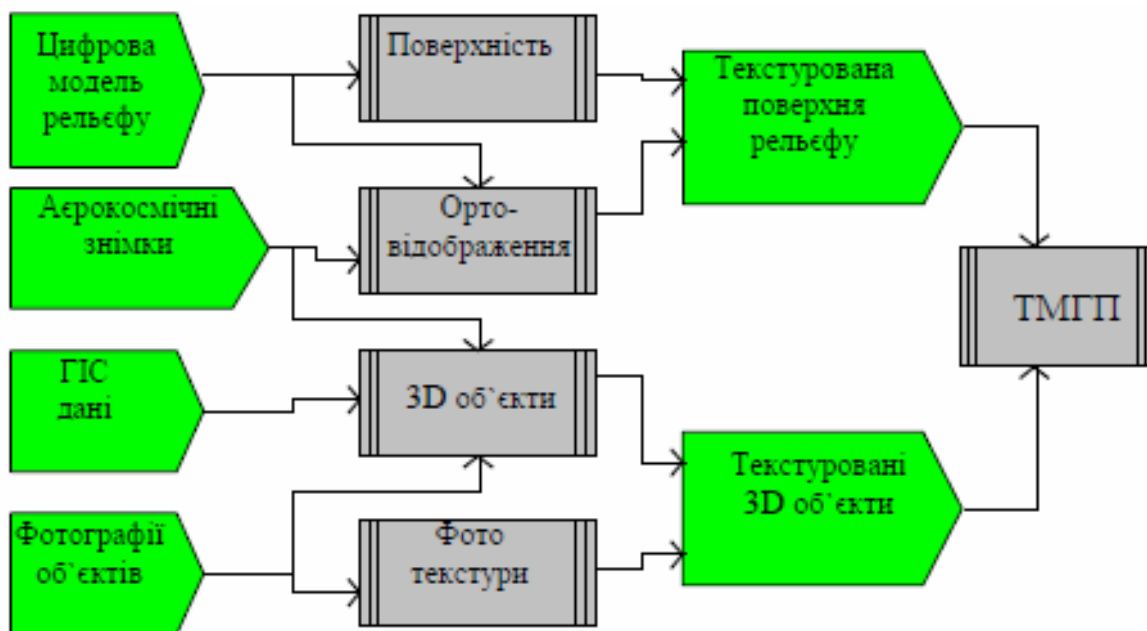


Рисунок 2.2 – Стратегія створення фотореалістичного тривимірного міського геоінформаційного простору

На рисунку 2.3 (а, б, в, г) [1] показані фрагменти побудованої моделі тривимірного міського геоінформаційного простору на прикладі Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова.

Модель міського кварталу міста Харкова включає [1]:

- модель рельєфу в районі національної академії міського господарства;
- тривимірні моделі будівель з фотографічними текстурами;
- тривимірні моделі основних інженерно-технічних комунікацій;
- зелені насадження.

Розроблений тривимірний міський геоінформаційний простір в рамках розглянутої території дозволить вирішувати такі завдання [1]:

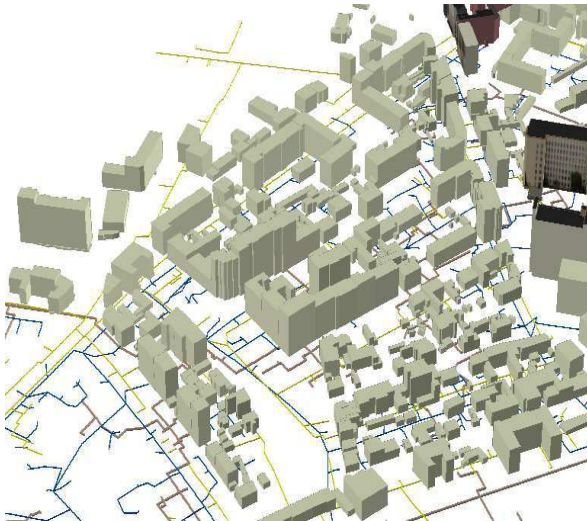
- локалізувати і усунути аварії, пов'язані з комунікаційними спорудами, у тому числі і підземними. При використуванні візуально зрозумілої схеми комунікацій час пошуку необхідних для ремонту точок доступу або управління скорочується, що приводить до скорочення збитку від аварії;

- виконати оперативну прокладку маршрутів у разі аварії по внутрішньодворових територіях району. Якщо застосовується система супутникової навігації, то завдання міської навігації може розв'язуватися в реальному масштабі часу;

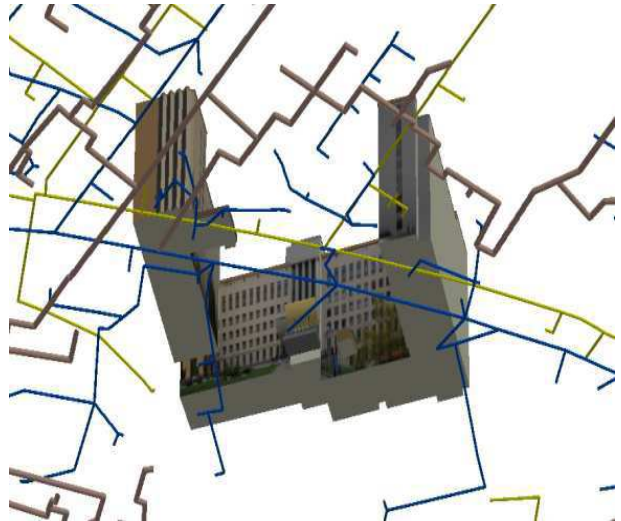
- забезпечити проведення суцільного обліку об'єктів містобудівної діяльності, зокрема неврахованих і самовільно зведених;

– уникнути конфліктних ситуацій при забудові міських територій (наприклад, вибір місцеположення казино і ігрових клубів на допустимій відстані від житлових будівель і дитячих установ);

– виконати моніторинг об'єктів містобудівної діяльності, залучення інвестицій, а також ведення реєстру об'єктів містобудівної діяльності з їх візуалізацією.



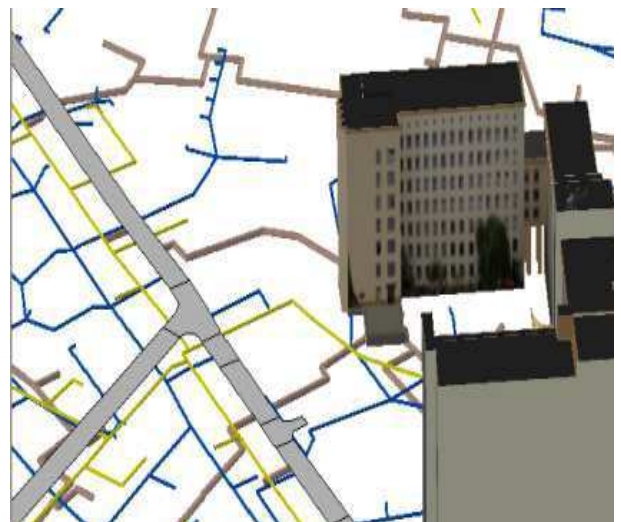
а)



б)



в)



г)

Рисунок 2.3 – Фрагменти побудованої моделі тривимірного міського геоінформаційного простору на прикладі Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова

Практичне використання фотореалістичного тривимірного міського геоінформаційного простору міста Харкова дозволить підвищити ефективність управління міськими територіями за трьома основними напрямками (рис. 2.4) [1]:

– підвищення ефективності моделювання архітектурно-планувальних вирішень:

1) створення моделей реального візуального сприйняття місцевості з різних точок спостереження при різних варіантах забудови (після зносу будівель, реконструкції і розміщення нових об'єктів);

2) моделювання візуального сприйняття місцевості за роками при різних варіантах озеленення з урахуванням зростання дерев;

– підвищення ефективності заходів щодо запобігання і припинення терористичних актів, ліквідації надзвичайних ситуацій і їх наслідків:

1) розробка планів і відробіток дій з попередження і припинення протиправних актів;

2) ліквідація пожеж і інших надзвичайних ситуацій на тривимірних зображеннях критично важливих об'єктів міста (з візуалізацією внутрішніх приміщень, проходів, підходів, під'їзних шляхів, оточуючої забудови, з можливістю оглядання будівлі з будь-якої сторони);

3) оперативний контроль місцеположення і координація транспортних одиниць на маршрутах з урахуванням просторово-часових умов руху міського транспорту (з використанням супутникової навігації);

4) моделювання маршрутів руху транспорту для перевезення небезпечних, цінних, великогабаритних вантажів з урахуванням просторових характеристик міських вулиць з метою завчасного і оперативного визначення критичних ділянок маршруту руху;

5) оперативний поточний контроль місцеположення маршрутного авто і електротранспорту, координація їх руху з урахуванням міської просторової специфіки місцевості;

– підвищення безпеки польотів малої авіації в межі міста:

1) розробка польотних маршрутів з урахуванням просторових характеристик забудови критичних ділянок польоту (зліт, посадка) – просторове моделювання маршрутів;

2) оперативний диспетчерський контроль траєкторії польоту і управління в критичних ситуаціях з урахуванням міської забудови з використанням супутникової навігації.

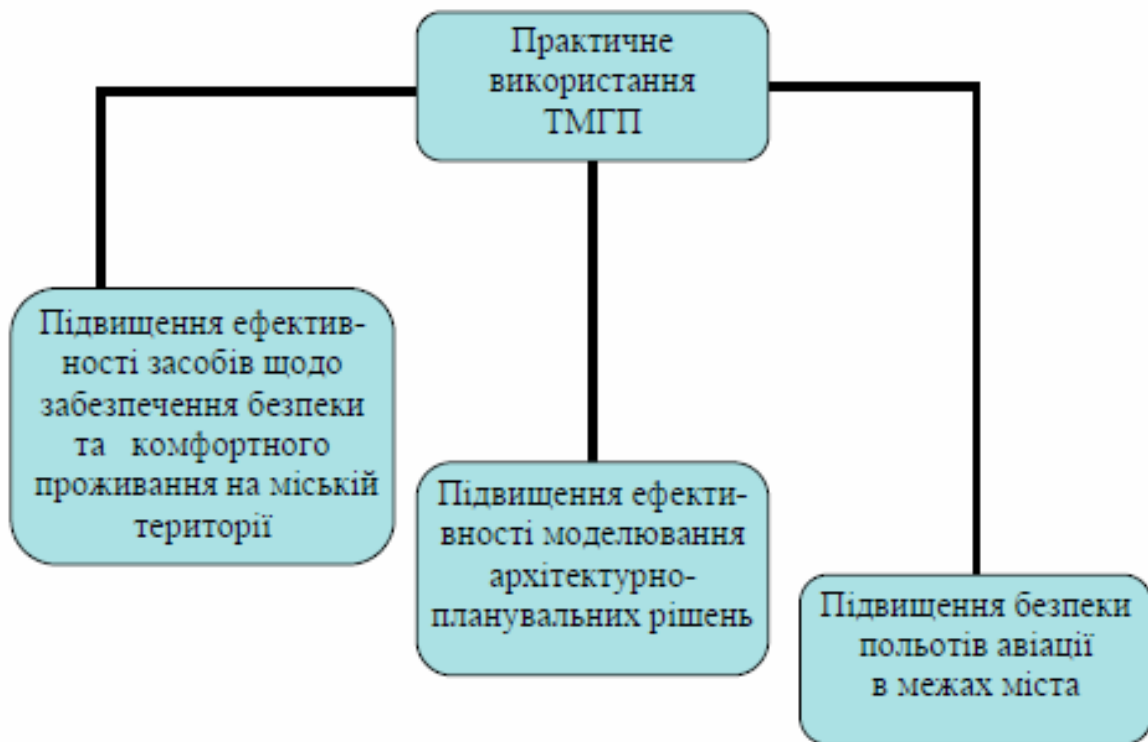


Рисунок 2.4 – Основні напрями практичного використання тривимірного міського геоінформаційного простору міста Харкова

Слід зазначити, що при створенні моделей тривимірного міського геоінформаційного простору основним питанням є часовий чинник. Тимчасові витрати пов'язані в першу чергу з необхідністю підготовки початкових даних, створення фотореалістичних моделей будівель і споруд, імпорту створених моделей в 3D сцену.

Зацікавленість до впровадження геоінформаційних систем в практику державного і муніципального управління у всьому світі залишається високою.

Проектам із застосуванням геоінформаційних систем також приділяється досить велика увага. Якщо раніше в реалізації таких проектів велику активність демонстрували органи державного управління (міністерства, агентства), то останнім часом серйозну зацікавленість виявляють і органи місцевої влади – обласні і муніципальні органи управління, це пов'язано із значними змінами в законодавстві. Муніципалітетам надаються великі можливості і, одночасно, на них покладається відповідальність за управління землею і нерухомим майном, обслуговування інфраструктури, збереження екологічного середовища і забезпечення безпеки населення.

Геоінформаційні системи використовують для вирішення завдань державного і муніципального управління.

Ефективність використання геоінформаційних систем визначається множиною чинників. Можливість реалізувати необхідні функції, побудувати повноцінну інформаційну систему, інтегрувати її в існуючу інформаційну інфраструктуру, впровадити і забезпечити технічну підтримку рішень, істотним чином залежить від властивостей і якості програмного забезпечення геоінформаційних систем.

ГІС-технологія забезпечує засоби для відображення і розуміння того, що знаходиться в одному конкретному або багатьох місцеположеннях, надає інструменти моделювання ресурсів, виявлення взаємозв'язків, процесів, залежностей, прикладів, загроз і ризиків. Ці можливості дозволяють побачити, що і де реально відбувається, виміряти розмір і масштаби події або дії, спільно проаналізувати різноманітні дані, розробити плани і, зрештою, допомагають вирішити, які кроки і дії слід зробити.

Здатність геоінформаційних систем інтегрувати просторові і непросторові дані, разом з функціями аналізу і моделювання процесів, дозволяє використовувати цю технологію як загальну платформу для інтеграції бізнес-процесів різних департаментів, видів діяльності і дисциплін в масштабах всього міського або регіонального уряду.

Для ефективного управління муніципальними утвореннями і регіонами, що динамічно розвиваються, необхідні достовірні і актуальні дані про об'єкти і процеси на їх території, а також передові технології накопичення, обробки і подання інформації. Сучасні географічні інформаційні системи з їх розвиненими аналітичними можливостями дозволяють наочно відобразити і осмислити інформацію про конкретні об'єкти, процеси і явища в їх сукупності.

Геоінформаційні системи дозволяють виявити взаємозв'язки і просторові відносини, підтримують колективне використання даних і їх інтеграцію в єдиний інформаційний масив.

До цифрових карт або цифрової картографічної основи з тематичними шарами, що є геопросторовим базисом геоінформаційних систем, можуть підключатися бази даних нерухомого майна, земельних ділянок організацій, грошової оцінки земель, інженерних споруд, пам'ятників містобудування і архітектури, відомостей з геології, історії розвитку.

У геоінформаційних системах з'явилася можливість тривимірного подання території. Тривимірні моделі об'єктів, впроваджені в тривимірний ландшафт, спроектовані на основі цифрових картографічних даних і матеріалів дистанційного зондування, дозволяють підвищити якість візуального аналізу території і забезпечують ухвалення зважених рішень з більшою ефективністю.

У базі даних можна організувати зберігання як графічної, так і всієї технічної, довідкової документації.

Сучасні геоінформаційні системи і засновані на них технологічні рішення потрібні не тільки крупним регіонам, містам або підприємствам і відомствам з розкиданими на великій території об'єктами, але і невеликим населеним пунктам, які поки, як правило, слабо залучені в процеси геоінформатизації.

Ринок геоінформаційних систем, що розвивається, потребує специфічного продукту, який, з одного боку, задовольняв би потребам невеликих муніципалітетів в стартовому ГІС рішенні і, з другого боку, відповідав би їх вкрай обмеженим фінансовим можливостям. Концепція подібного продукту розроблена фахівцями Інституту високих енергій підмосковного Протвіно і відділу обробки ДДЗ компанії «DATA+». Запропоновані технологічні рішення перевірені при створенні невеликих муніципальних утворень [1].

Рішення комплексних проблем, пов'язаних з різними сферами регіонального і муніципального управління (соціальна сфера, житлово-комунальне господарство), вимагає створення геоінформаційних систем загального призначення з можливістю швидкої настройки на рішення як приватних, так і загальних завдань. Таким чином, виникає завдання створення базової геоінформаційної системи і засобів налаштування.

Створення проблемно-орієнтованих геоінформаційних систем здійснюється на основі базової шляхом побудови класифікатора і моделей об'єктів заданої наочної області, а також включення спеціалізованих програмних засобів для вирішення прикладних задач.

Використовується об'єктно-орієнтований підхід. Кожен об'єкт наочної області геоінформаційних систем представлений у класифікаторі і описаний набором його властивостей – характеристик. Для опису взаємозв'язків між об'єктами використовують спеціальну одиницю даних – відношення. Комбінації цих елементів утворюють моделі об'єктів і ситуації.

Класифікатор є сукупністю систематизованих по класифікаційних ознаках початкових одиниць інформації (понять вибраної наочної області) і їх угруповань, що представляють узагальнені поняття.

Реконструювання класифікатора, а також створення моделі об'єктів наочної області, дозволяють адаптувати базову геоінформаційну систему до вирішення широкого кола завдань інформаційного забезпечення структур адміністративного управління.

Використання вищезгаданих принципів побудови інформаційно-аналітичної системи дозволило на основі базової геоінформаційної системи реалізувати комплекс проблемно-орієнтованих геоінформаційних систем, вирішальних задач у ведення майнового реєстру, земельного кадастру, оренди, зонування території міста за коефіцієнтами оцінки об'єктів нерухомого майна, моніторингу соціально-економічного стану адміністративно-територіальних структур.

Однією із останніх розробок є система моніторингу соціально-економічного стану району. Метою розробки було створити систему, що дозволить виробити оперативну обробку і комплексний аналіз соціально-економічних показників району.

Система моніторингу соціально-економічного стану району містить три функціональні підсистеми [1]:

- підсистеми класифікатора;
- параметричної підсистеми;
- картографічної підсистеми.

Підсистема класифікатора є спеціалізованим програмним комплексом, призначеним для створення і ведення класифікатора об'єктів і показників моніторингу. Класифікатор визначає набір засобів для ідентифікації, опису, структуризації і кодування всіх використаних понять моніторингу у вигляді ієрархічного дерева, що забезпечує чітку структуризацію інформаційних ресурсів і дозволяє організувати швидкий пошук об'єктів і їх характеристик в інформаційній базі. Класифікатор використовують в автоматизованих процедурах введення, зберігання, обробки і видачі всіх видів інформації, представлених у рамках системи як в параметричній, так і в картографічній формах. Класифікатор включає загальноросійські статистичні класифікатори і довідники (галузеві, за формами власності, організаційно-правові).

Підсистема забезпечує реконструювання класифікатора і модифікацію бази даних за наслідками зміни класифікатора.

Параметрична підсистема призначена для підтримки введення, обробки і подання результатів обробки показників моніторингу та забезпечує [1]:

- введення і актуалізацію параметричних даних;
- побудова проблемно-орієнтованих моделей введення і відображення;
- побудова фільтрів відбору інформації на основі класифікатора і логічних умов;
- відстеження динаміки початкових і розрахункових показників в заданому інтервалі з заданими періодами;

- виконання розрахунків за кількісними показниками;
- відстеження даних за рівнями узагальнення класифікатора об'єктів і характеристик;

- подання результатів моніторингу у вигляді таблиць, діаграм і графіків.

Картографічна підсистема призначена для картографічного подання об'єктів моніторингу та забезпечує [3]:

- редагування графічної інформації;
- прив'язку об'єктів до електронної карти району;
- прив'язку до підприємств та їх ситуативних планів;
- багаторівневу візуалізацію графічної інформації;
- відображення елементів змісту графічної бази даних по тематичним шарам;
- вибірку об'єктів на плані, отримання параметричної довідки про об'єкт;
- формування дискретних умовних знаків і прив'язку до них тематичної інформації;

- відображення тематичної інформації з використанням колірної палітри, дозволяючи проводити порівняльний аналіз кількісних характеристик об'єктів, представлених на електронній карті.

Геоінформаційна система допомагає створити базову структуру для спільної роботи і спілкування, надаючи загальне поле посилання на дані на основі їх просторового місцеположення. Тобто з'являється можливість прив'язати до цього місцеположення (або до об'єкта, що знаходиться у даному місці) будь-яку пов'язану з ним інформацію, легко витягувати її і налагодити зручний і швидкий обмін цією інформацією.

Багато муніципальних урядів використовували модель геоінформаційної системи, засновану на файловій структурі зберігання і звернення до даних.

У результаті окремі ГІС-користувачі або невеликі групи, що виконують приватні проекти, створювали і підтримували свої власні набори даних, що зберігаються на їх персональних комп'ютерах. Такий спосіб роботи часто призводив до швидкого зростання об'ємів надмірних даних і додатків, які, по суті, були недоступні для інших користувачів навіть в тій же самій організації.

Коли організація координує свою діяльність на основі геоінформаційної системи, всі співробітники, що використовують просторові дані, мають можливість звертатися до загальних даних, витрачаючи менше часу на їх пошук, оновлення і узагальнення. З'являється значно більше часу і шляхів повною мірою використати у своїй роботі могутні аналітичні засоби, які надає ГІС-технологія [10].

Мета створення корпоративної геоінформаційної системи полягає в упровадженні технологій, стандартів і методів, що забезпечують тісну взаємодію, взаємообмін даними та послугами, що підвищують продуктивність, ефективність роботи ГІС-користувачів, а також всієї організації.

Просторовий або географічний чинник є одним з домінуючих при управлінні міською територією і вирішенні повсякденних завдань міськими службами і організаціями. Без знання про те, де розташований об'єкт, якими характеристиками він володіє, з якими іншими територіальними об'єктами він зв'язаний, неможливо ухвалити ефективне управлінське рішення або своєчасно вирішити оперативне завдання.

Базове завдання будь-якої геоінформаційної системи – це актуалізація просторових даних. Сама по собі інформація у цифровому вигляді, поза сумнівом, має ряд переваг перед паперовими носіями, але без безперервного процесу оновлення система рано чи пізно втрачає достовірність і її використання стає неефективним. Під час використання ГІС-технологій процес оновлення інформації стає менш трудомістким, з'являється можливість структурної організації і класифікації даних на моменті їх введення в систему.

Муниципальна геоінформаційна система для мешканців міста.

Відкрита геоінформаційна система, створена на основі актуальних даних муніципальної геоінформаційної системи, може бути розміщена в мережі інтернет для організації доступу до неї жителів міста. Очевидно, що інформація, яка міститься на такому ресурсі, не повинна містити ніяких відомостей, віднесених поточним законодавством до інформації обмеженого доступу.

Ця інтерактивна геоінформаційна система може містити будь-яку інформацію, яка може бути корисна, і затребувана жителями міста: місцезнаходження об'єктів соціально-культурної сфери, сфери послуг, виборчих ділянок, державних установ, комерційних організацій.

На такому ресурсі можливе розміщення проекту правил землекористування і забудови, інших документів територіального планування, які містять схеми територіальних зон і містобудівних регламентів, що істотно збільшує рівень підготовки громадян для участі в публічних слуханнях.

Містобудівна геоінформаційна система.

Процес створення і структурна побудова містобудівної проектної документації свідчить про ефективність використання ГІС-технологій.

По-перше, графічні документи, подають на різних картографічних основах і часто у вигляді схем, то саме ГІС-технології дозволяють приводити їх до єдиної картографічної основи.

По-друге, створюються у цифровому вигляді розділи і картографічні матеріали за окремими напрямками, що представляють, по суті, тематичні картографічні і семантичні бази геоінформаційної системи.

По-третє, проводиться зв'язаний аналіз вказаної вище інформації і створюється схема комплексного містобудівного аналізу території, де весь арсенал ГІС-технологій може бути успішно застосований.

По-четверте, базуючись на проведеному аналізі, розробляються проектні пропозиції по містобудівному розвитку території (проектний план), галузеві інженерні проектні схеми, деталізуючі і підкріплюючі проектні пропозиції генерального плану, де також використання ГІС-технологій є ефективним.

Результатом такої роботи є створення повноцінної містобудівної геоінформаційної системи, яка може розглядатися як ядро територіальної (обласної, районної, муніципальної) геоінформаційної системи, оскільки містобудівна документація містить в собі комплексне осмислення території.

Муніципальні геоінформаційні системи.

Світовий досвід свідчить, що для підтримки управління містами і громадами (муніципальними утвореннями) все частіше створюються комплексні (муніципальні) геоінформаційні системи. По суті, вони є одним з найпоширеніших видів корпоративних геоінформаційних систем.

Технологія геоінформаційних систем вже протягом десятиліть використовується органами різних рівнів як міськими, так і регіональними. Впровадження геоінформаційних систем у таких структурах найчастіше починається в одному або декількох департаментах, а потім, у міру усвідомлення корисності і ефективності цієї технології, її застосування розповсюджується і на інші підрозділи. Іноді результатом такої експансії стають окремі або частково зв'язані між собою системи рівня департаменту. Продуктивність роботи підрозділів при такому варіанті підвищується, але потенціал геоінформаційних систем при цьому реалізується не повною мірою.

Роль корпоративної геоінформаційної системи полягає у наданні просторових даних і програмних інструментів (незалежно або разом з іншими корпоративними системами, що використовуються для створення інформаційних продуктів), затребуваних великим числом користувачів з різними потребами. Дані і функціональність геоінформаційних систем можуть розповсюджуватися незалежно, але все частіше вони інтегруються з ресурсами даних і програмними інструментами інших інформаційних систем, що забезпечує додаткові можливості для підтримки бізнес-процесів департаментів і всієї організації.

Максимальні переваги може надати інтегрована геоінформаційна система, яка служить інтересам всієї організації.

Не менш популярний підхід до надання програмного забезпечення і інформаційних продуктів на корпоративному рівні, заснований на централізованих сервісах. При цьому частково відпадає необхідність установки програмного забезпечення або ресурсів даних скрізь, де в них є потреба.

Цей підхід відноситься до напряму, так званої сервіс-орієнтованої архітектури. У своєму розвитку геоінформаційні системи підтримують цю модель, надаючи засоби управління просторовими даними, їх аналізу, візуалізації і створення звітних матеріалів у вигляді сервісів через корпоративні мережі. Під час використання сервісів дані і інструменти можуть розташовуватися як усередині, так і поза організацією. Їх можна запрошувати і використовувати для підтримки бізнес-функцій всіх кінцевих користувачів.

Така технологія може істотно стимулювати діяльність муніципальних і інших урядових органів, підвищити ефективність їх роботи, надаючи необхідні бізнес-функції і інформаційні продукти по всій організації. Останні забезпечують підтримку процесу ухвалення рішень і операційну ефективність при будь-якій фізичній структурі організації.

Основна мета подібної системи полягає у розповсюдженні функціональності геоінформаційних систем і даних в межах всієї організації і, одночасно, в можливості інтеграції функцій і даних, що надаються іншими технологіями. Реалізація цього завдання вимагає використання стандартів та методів для визначення ГІС-даних, сервісів і компонентів інформаційних продуктів з підтримкою необхідних бізнес-функцій.

Нові або адаптовані бізнес-процеси та інформаційні продукти сприяють підвищенню ефективності діяльності всередині організації і покращують сервіси. Наприклад, стандартний сервіс геокодування дозволяє надавати всім департаментам міста актуальну узгоджену інформацію за адресами та відгук на запити, що приходять.

Для створення повноцінної корпоративної геоінформаційної системи, зокрема муніципальної, необхідно наперед виробити чітку стратегію планування. Звичайно, все починається з підготовки (своїми силами або з участю сторонніх консультантів) стратегічного плану створення системи, важливим елементом якого є план багаторічного розвитку, що містить загальне бачення системи і вирішуваних за її допомогою завдань, щорічні пріоритети, а також попередні грубі оцінки необхідних ресурсів.

Робочий план надає цю інформацію за кожним з чотирьох компонентів:

- додатки;
- база даних;
- інфраструктурні ресурси і питання організації;
- формування штату співробітників.

При впровадженні корпоративних, зокрема муніципальних, геоінформаційних систем доцільно зосередити зусилля на таких важливих моментах [10]:

- розвиток загальнокорпоративного підходу до створення геоінформаційних систем з використанням загальних стандартів і послідовних методик, що відповідають потребам всіх підрозділів організації;
- переклад існуючих ГІС-додатків і даних на нову платформу з можливістю одноманітної підтримки всіх потенційних користувачів;
- інтеграція ГІС-даних і сервісів з інформаційними системами в межах організації, як частина загального корпоративного інформаційного вирішення;
- адаптація структури штату ГІС-фахівців для підтримки корпоративного підходу;
- навчання штатних співробітників, що спеціалізуються на геоінформаційних системах, з метою вирішення завдань створення, розвитку і ведення загальнокорпоративних ГІС-ресурсів;
- навчання співробітників різних департаментів ефективному використанню геоінформаційних систем відповідно до їх потреб.

Муніципальні утворення як великі, так і малі, мають департаменти (відділи), що виконують сотні бізнес-функцій, зокрема, за поданням послуг (сервісів) суспільству. Більшість цих функцій спирається на такий важливий аспект, як просторове місцеположення. Тому ефективність та дієвість надання інформації і сервісів можна поліпшити за рахунок запропонованих геоінформаційних переваг [9].

Наприклад, у ході аналізу середнього за розмірами американського міста було виявлено більше 300 бізнес-функцій 24 департаментів муніципалітету, де можна з користю застосувати інструменти геоінформаційних систем.

Більше того, аналіз показав, що майже в 70% випадків використовують загальні шаблони обробки, дослідження і управління інформацією, а також складання звітних документів на її основі. Обстеження діяльності інших муніципальних організацій дозволило наочно показати, що ситуація в них аналогічна: приблизно така ж частина їх бізнес-функцій характеризується схожими принципами роботи з геоданими.

Таким чином, цілком очевидно, що місцеві структури є ідеальними кандидатами для впровадження корпоративних геоінформаційних систем.

Після аналізу світового ринку програмного забезпечення, яке може стати основою проектування, розробки і запуску проекту муніципальної геоінформаційної системи, вибір був зупинений на вирішеннях від компанії ESRI. Ця компанія при створенні програмних продуктів орієнтується на задоволенні сучасних потреб користувачів геоінформаційних систем, у тому числі і у сфері муніципального управління.

До кожного програмного продукту сімейства ArcGIS є докладна документація, приклади використання, інструментарій для розробників, забезпечується технічна підтримка, активно працюють форуми користувачів.

Після вибору програмної платформи необхідно провести інфологічне (концептуальне) проектування системи. На даному етапі повинні бути визначені основні логічні компоненти муніципальної геоінформаційної системи, їх структура і взаємозв'язки [1].

Умовно всі зовнішні користувачі системи муніципальної геоінформаційної системи діляться на «товсті» і «тонкі» додатки (клієнти). До «товстих», або важких, клієнтів можна віднести додатки, які вимагають додаткової установки на комп'ютер, мають розширений функціонал і займають значний об'єм дискової пам'яті комп'ютера (додатки ArcGIS Desktop). До «тонких», або легких, клієнтів відносять невимагаючі установки додатки, які, звичайно, поставляються у комплекті з операційною системою (Web-браузер), а також ГІС-додатки з обмеженою функціональністю (ArcGIS Explorer) [1].

Користувачі «товстих» клієнтів зовнішнього блоку можуть виконувати такий же об'єм операцій, що і офісні користувачі внутрішнього блоку.

Сучасні Web-технології можуть надати користувачам «тонких» клієнтів майже всі основні функції аналізу ГІС-даних, що доступні користувачам «товстих» клієнтів [1].

Прикладами можуть служити операції побудови буферної зони уздовж магістральної дороги або редагування геометрії просторового об'єкта за допомогою звичайного Web-браузера. У цьому випадку йдеться про сервіс-орієнтовану архітектуру системи. Суть цього підходу полягає в ідеї надання функціональності програмному забезпеченні у вигляді сервісу. При цьому відпадає необхідність установки додаткового програмного забезпечення на комп'ютери користувачів, а також забезпечується можливість розрахованої на багато користувачів роботи.

Таким чином, ГІС-користувачі можуть виконувати операції просторового аналізу, візуалізації даних і підготовки розширених звітів у мережі Інтернет. Будучи елементами сервісу, дані і інструменти можуть розташовуватися на декількох комп'ютерах, і до них може бути забезпечений доступ для підтримки бізнес-функцій всіх кінцевих користувачів.

Задачі реалізації сервіс-орієнтованої архітектури можуть бути успішно вирішені за допомогою програмного продукту ArcGIS Server від компанії ESRI, який надає засоби для реалізації розрахованої на багато користувачів багаторівневої розподіленої геоінформаційної системи.

На етапі створення схеми бази геоданих муніципальної геоінформаційної системи ефективним виявився також додатковий інструмент ArcGIS Diagrammer із зручним інтерфейсом і всіма необхідними функціями для створення моделі бази даних.

У той же час геоінформаційна система є фундаментом муніципальної геоінформаційної системи, оскільки вона є джерелом всіх просторових даних щодо об'єктів міської території і може служити щонайпотужнішим засобом з обробки цих даних, вирішувати складні аналітичні задачі в галузі моделювання процесів міського середовища і виступає в ролі невід'ємного інструменту під час ухвалення територіальних управлінських рішень.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Патракеєв І. М. ГІС в управлінні територіями: конспект лекцій (для студентів 5 курсу денної форми навчання спеціальностей 7.070908, 8.070908 «Геоінформаційні системи і технології») / І. М. Патракеєв; Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. – Х. : ХНАМГ, 2011. – 115 с.
2. Баркалов С. А. Модели и механизмы в управлении организационными системами / С. А. Баркалов, В. Н. Бурков, Д. А. Новиков, Н. А. Шульженко. – М. : Тульский полиграфист, 2003. – Том 1. – 560 с.
3. Берлянт А. М. Картография: учебник для вузов / А. М. Берлянт. – М. : Аспект Пресс, 2001. – 336 с.
4. Глебова Н. ГИС для управления городами и территориями / Н. Глебова // ArcReview, 2006. – № 3 (38). – С. 23-45.
5. Дьяченко Н. В. Использование ГИС-технологий в решении задач управления [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.nocnit.ru/2st/materials/Diachenko.html>.
6. Дьяченко Н. В. Опыт разработки информационно-аналитических систем поддержки принятия управленческих решений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.nocnit.ru/2st/materials/Diachenko.html>.
7. Еремченко Е. Новый подход к созданию ГИС для небольших муниципальных образований / Е. Еремченко // ArcReview, 2005. – № 2 (32). – С. 12-23.
8. Красовская О. ГИС в системе территориального планирования и управления территорией / О. Красовская, С. Скатерщиков, С. Тясто, Д. Хмелефа // ArcReview, 2003. – № 3 (38). – С. 46-71.
9. Томилин В. В. Использование ГИС в муниципальном управлении / В. В. Томилин, Г. М. Нориевская // Практика муниципального управления, 2007. – № 7. – С. 16-21.
10. Щербинин Ю. Б. Нетрадиционные подходы к созданию геоинформационных систем управления муниципальными образованиями / Ю. Б. Щербинин. – М. : СНИБ «Эльбрус», 2001. – 336 с.
11. Скатерщик С. ГИС в градостроительном проектировании и управлении территориями / С. Скатерщик // ArcReview, 2003. – № 3 (38). – С. 76-81.

Навчальне видання

ТВОРОШЕНКО Ірина Сергіївна

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

з дисципліни

«ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ В УПРАВЛІННІ ТЕРИТОРІЯМИ»

*(для студентів 5 курсу денної форми навчання спеціальностей
7.08010105 – Геоінформаційні системи та технології,
8.08010105 – Геоінформаційні системи та технології
та студентів 6 курсу заочної форми навчання спеціальності
7.08010105 – Геоінформаційні системи та технології)*

Відповідальний за випуск: *К. А. Мамонов*

За авторською редакцією

Комп'ютерний набір: *І. С. Творошенко*

Комп'ютерне верстання: *І. В. Волосожарова*

План 2015, поз. 18 Л

Підп. до друку 12.10.2015 р.

Друк на різнографі

Тираж 50 пр.

Формат 60x84/16

Ум. друк. арк. 5,1

Зам. №

Видавець і виготовлювач:

Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Революції, 12, Харків, 61002

Електронна адреса: rectorat@kname.edu.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК № 4705 від 28.03.2014 р.