

УДК 519.7:517.9

В. А. ТОЛСТОХАТЬКО, канд. техн. наук, проф., ХНАМГ, Харків;

М. С. ЄВСЮКОВ, бакалавр, ХНАМГ, Харків

МОДЕЛЮВАННЯ РОЗВИТКУ ТЕРИТОРІЇ МІСТА З ВИКОРИСТАННЯМ КОСМІЧНИХ ЗНІМКІВ

Розглянуто принципи моделювання розвитку міста з використанням методу клітинних автоматів і космічних знімків. Для визначення стану ділянок міста по космічним знімкам пропонується використовувати алгоритм ISODATA програмного комплексу ArcGIS 10.

Ключові слова: космічні знімки, клітинний автомат, алгоритм.

Вступ. Моделювання розвитку міста, в сучасних умовах, є важливою складовою частиною муніципального управління. Все більше країн використовують моделі розвитку міст, для прийняття управлінських рішень, використовуючи в своїй роботі спеціальні програмні засоби та інформаційні системи.

Використання таких систем дозволяє значно пришвидшити процес обробки та аналізу інформації, автоматизувати процеси інтерпретації даних, отриманих з різних джерел, а також використовувати їх для моделювання процесів, що виникають у місті, та виконання різноманітних розрахунків.

Постановка задачі. Метою роботи є створення системи для моделювання довгострокового розвитку міста на підставі комплексних факторів. Аналіз і моделювання системи міста виконується з урахуванням характерних особливостей, таких як:

Місто – це складна слабо структурована система, для якої характерна наявність великої кількості складних, взаємопов'язаних причинно-наслідкових зв'язків між чинниками розвитку результат дії яких не завжди очевидний при ухваленні рішень.

Місто – соціальна система, тому у ній мають враховуватися природні та психологічні фактори. При прийнятті рішення необхідно враховувати довгострокові інтереси.

Місто – динамічна система. Потрібно дослідити динаміку розвитку системи, проводити аналіз процесів зростання, з врахуванням загального життєвого циклу міста і його частин (житловий фонд, екологічні чинники, транспортна мережа і ін.).

При управлінні містом часто виникає конфлікт між цілями довгострокового планування та короткочасними рішеннями. Добрі умови життя найближчими роками можуть стати причиною занепаду в довгостроковій перспективі. Тому найбільш бажаним є таке рішення, яке сприяє стійкому розвитку в короткостроковій і довгостроковій перспективі.

Методологічною основою моделювання розвитку території міста є системний аналіз, центральною процедурою якого є побудова єдиної моделі об'єкта, що відображає найважливіші фактори та взаємозв'язки реальної системи. На практиці це пов'язано зі створенням комплексу моделей з розвинутими динамічними та інформаційними зв'язками між моделями всіх рівнів. Одним з основних методів моделювання у задачах міського розвитку є метод імітаційного моделювання, який:

Реалізує ітераційний характер розробки моделі, поетапний характер деталізації

підсистем які моделюються, що дозволяє поступово збільшувати повноту оцінки рішень, що приймаються, у міру виявлення нових проблем і здобуття нової інформації.

Дозволяє за допомогою експерименту на моделі вивчати динаміку розвитку міської системи та виробляти стратегію подальшого розвитку.

Для моделювання розвитку міста необхідно вирішити наступні задачі:

Дешифрування зон міста по космічним знімкам.

Визначення зон, які придатні для розвитку міста, шляхом моделювання.

Для моделювання розвитку міста використовується теорія множин і клітинні автомати.

Дешифрування зон міста по космічним знімкам. Застосування супутникових знімків високої роздільної здатності є одним з перспективних напрямків у плануванні розвитку території міста. Для дешифрування типових зон міста (будівель, вулиць, доріг, пустирів і т.д.) використовуються геоінформаційні системи (ГІС), наприклад, ArcGIS 10.

Одним з ефективних методів дешифрації, що включений у склад ArcGIS 10, є ітеративний метод аналізу даних, що самоорганізується. Цей метод реалізує алгоритм ISODATA (Iterative Self-Organizing Data Analysis Techniques), який призначений для обробки растрових зображень [1].

Алгоритм ISODATA автоматично розподіляє пікселі знімку на кластери (ділянки з однаковими об'єктами) на основі аналізу статистичного розподілу яскравості пікселів. Укрупнена схема алгоритму ISODATA приведена на рис. 1.

Результат роботи алгоритму багато в чому залежить від заданих початкових параметрів.

Основними початковими параметрами, які оператор задає у спеціальних вікнах є наступні параметри: $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ – набір даних, що включає спектральні характеристики N пікселів знімка; m – необхідне число класів (кластерів); Q_N – поріг збіжності (відносна кількість пікселів, які не змінюють своєї приналежності до класу при переході до наступної ітерації); Q_S – параметр, що характеризує припустиме середньоквадратичне відхилення; Q_C – параметр компактності кластерів (визначає

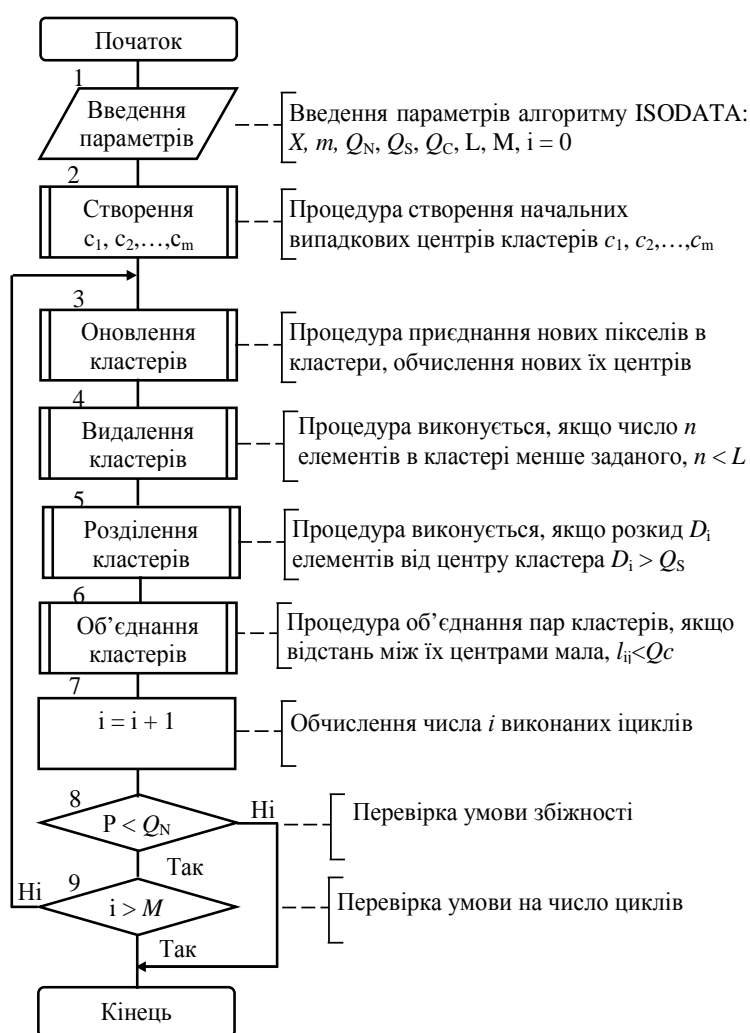


Рис. 1 – Укрупнена схема алгоритму ISODATA

умова об'єднання кластерів); L – мінімальна кількість пікселів у кластері; M – припустиме число ітерацій.

Кластеризація полягає в розбивці набору X на m непересічних підмножин X_1, X_2, \dots, X_m – кластерів. Усі точки одного кластера повинні складатися з «схожих» елементів, а точки різних кластерів суттєво відрізнятися, тобто $X_1 \cup X_2 \dots \cup X_m = X$, $X_i \cap X_j = \emptyset$ для всіх $i \neq j$.

Критерієм кластеризації є мінімізація розсіяння точок усередині кластера при одночасній максимізації міжкластерних відстаней. Для реалізації критерію в алгоритм ISODATA включені евристичні процедури, які здійснюють видалення кластерів, попарне об'єднання кластерів в один кластер і розділення кластера на два кластери.

Класифікація знімка виконується в такому порядку. Введення початкових параметрів (символ 1) здійснюється вручну.

Перед початком першої ітерації кластеризації простір ознак розбивається на області у вигляді вектора $\{c_1, c_2, \dots, c_m\}$, центром кожної з яких є середні значення яскравості кластерів (символ 2).

На кожній ітерації (символи 3 - 7) проводиться класифікація всіх пікселів (формування кластерів) і перерахування середніх значень кластерів. Аналіз пікселів виконується послідовно від лівого верхнього кута знімка до нижнього правого. Обчислюються спектральні відстані між пікселями й середніми значеннями кластерів. Пікселя призначаються в ті кластери, де ця відстань мінімальна.

При оновленні кластерів (символ 3) обчислюються спектральні відстані між пікселями і середніми значеннями кластерів.

Наприкінці кожної ітерації обчислюється відсоток пікселів P , приписування яких до певного кластера не змінилося в порівнянні з попереднім кроком. Коли цей показник досягне порогу збіжності QN (символ 8), виконання програми припиняється.

Можлива ситуація, коли відсоток пікселів, що не перемінили кластер «приписки», ніколи не досягнеться порога QN . У такому випадку виконується максимальна кількість ітерацій M і обчислення також припиняються (символ 9).

Таким чином, завдяки самоорганізації алгоритму ISODATA забезпечується автоматичний розподіл кластерів на знімках.

В якості основи для моделювання використовується космічний знімок м. Харкова (рис. 2).

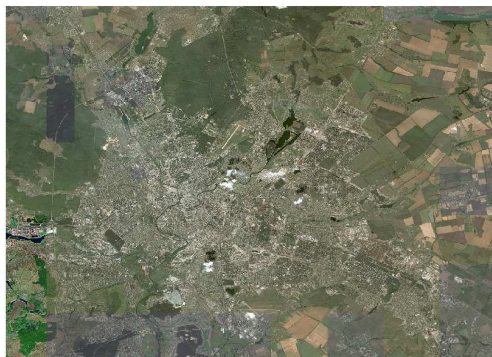


Рис. 2 – Супутниковий знімок території м. Харкова (супутник Landsat 7, дата зйомки: червень 2012, роздільна здатність 30 метрів)

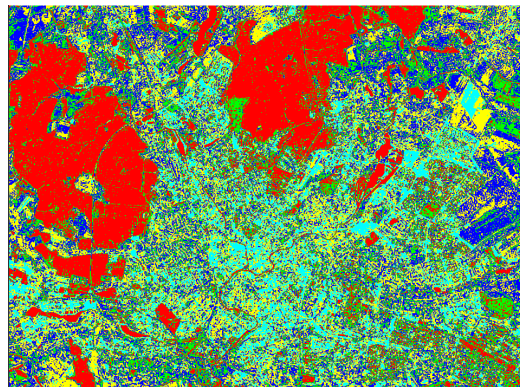


Рис. 3 – Фрагмент знімка території м. Харкова після класифікації

При дешифруванні знімку з використанням алгоритму ISODATA були виділені наступні зони міста: забудована міська територія, територія вільна від забудови, зелені насадження, водні об'єкти та дорожня мережа.

Додатково при моделюванні використовується точечний шар, який відображає джерела забруднення.

Частина знімка території м. Харкова після класифікації приведена на рис.3.

Принцип побудови математичної моделі клітинного автомату. Клітинні автомати – це дискретна динамічна система, що є множиною пов’язаних між собою ідентичних клітин, які утворюють решітку автомата. Решітки бувають різних типів, відрізняючись як за розміром, так і за «формою» клітин. Основні припущення у класичному клітинно-автоматному підході наступні [2]:

регулярність — це дискретний простір, дискретний час, дискретні стани клітин;

динаміка — це локальний окіл, покрокові правила (детерміновані або стохастичні).

Нехай U_d – d -вимірна решітка; S – скінчена множина станів окремого елемента (клітини) решітки; $s_i \in S$ – стан i -ої клітини, причому $s_i \in U_d$ (i – індекс клітини). Конфігурація на решітці U_d – це сукупність станів всіх клітин в певний момент часу. Всі можливі конфігурації утворюють простір конфігурацій B на U_d . Нехай $T = \{0, 1, 2, \dots\}$ – дискретний час, $B(t)$ – конфігурація системи у момент часу t ($t = 0, 1, 2, \dots$). Локальне правило для клітини $s_i \in U_d$ – перетворення s_i , що переводить клітину зі стану $s_i(t) \in S$ в момент часу t у стан $s_i(t+1) \in S$ у наступний момент часу ($t+1$):

$$s_i(t+1) = T(N_i(t), R) = T(s_i(t), R),$$

де N_i – певний окіл клітини i на решітці U_d ; $\{s_i(t)\}$ – множина станів клітини з N_i . Результат перетворення T_i залежить лише від станів клітин в межах околу N_i ; R – певні параметри правил, що задають перетворення. Набір локальних перетворень T_i визначає глобальне перетворення G на просторі конфігурації B :

$$B(t+1) = G(B(t)).$$

Початкові дані для конфігурації $B(0)$ є заданими і відповідають моменту часу $t = 0$. Множина всіх локальних перетворень T_i , або глобальне перетворення G , визначають клітинний автомат на решітці U_d з простором станів клітин S .

Кожна клітина – це завершений автомат, стан якого визначається станами «сусідніх» клітин та його станом. За апаратної реалізації клітинні автомати – гомогенні структури, яким притаманні наступні особливості:

решітка є однорідною;

час є дискретним, крок у часі – незмінним;

множина станів клітини містить інформацію про доступність останньої (є вона перешкодою чи ні);

функція переміщення є детермінованою. Зміна значень всіх клітин відбувається одночасно (паралельно).

клітини, що розташовані поблизу (навколо) заданої клітини, утворюють її окіл. Отже, окіл утворюється саме множиною «сусідів», а не довільно обраних клітин (локальність).

Моделювання розвитку території міста. Моделювання відбувається в 3 етапи [3]:

На першому етапі будується матриця, ідентична за розмірами растру, який був отриманий після класифікації знімків. Кожна з комірок матриці отримує початкове значення на підставі даних, отриманих зі знімка.

На другому етапі до матриці додаються дані про джерела забруднення.

Кожна комірка отримує одне із значень, які приведені в табл. 1.

Таблиця 1 – Можливі значення комірок матриці растру

Значення	Значення чарунки матриці
Незабудована територія	0
Забудована територія	1
Дорога	2
Водний об'єкт	3
Зелені насадження	4
Джерело забруднення	5

На третьому етапі вносяться дані для моделювання: кількість ітерацій та змінна v , яка визначає кількість «забудованих» навколишніх комірок, яка потрібна для того, аби задана комірка змінила свій стан із «незабудованої» на «забудовану».

Розроблено пілотний варіант проекту програми у середовищі Visual Basic. На рис. 4 приведені результати виконання програми на тестовому прикладі. На рис. 4 прийняті наступні

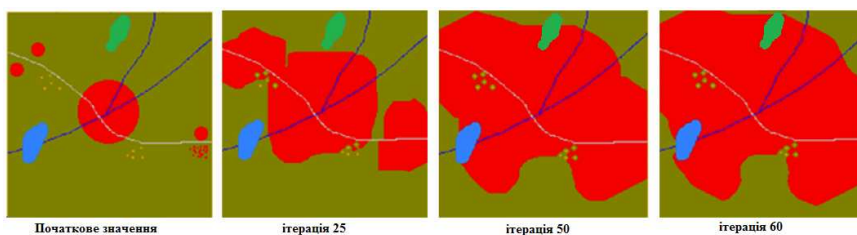


Рис. 4 – Приклад результатів роботи програми

позначення: ■ – забудована територія; ■ – незабудована територія; ■ – водні об'єкти; ■ – зони забруднення; ■ – дороги; ■ – зелені насадження.

Аналіз отриманих попередніх результатів показує, що шляхом моделювання з використанням клітинних автоматів досить чітко виділяється незабудована територія міста, яку можна вважати резервом для планування розвитку міста.

Висновки.

1. При плануванні розвитку міста доцільно використовувати космічні знімки та геоінформаційні технології для їх обробки та аналізу. При високій якості знімків метод кластеризації ISODATA дозволяє по спектральній яскравості достатньо точно виділяти антропогенні об'єкти міста (будівлі, дороги, водні об'єкти й і ін.) та незабудована території. Завдяки цьому підвищується точність моделювання території міста.

2. Одним з перспективних напрямків побудови імітаційних моделей є застосування клітинних автоматів. За допомогою таких моделей можна оперативно здійснювати аналіз стану міста та виявляти зони, що придатні для розвитку інфраструктури міста. Це дозволить виявити напрямки розвитку міста, а також оперативно здійснювати моніторинг стану його території.

Список літератури: 1. *Лепский, А. Е.* Математические методы распознавания образов. Курс лекций [Текст] / *А. Г. Броневиц* – Таганрог: ТТИ ЮФУ, 2009. – 155 с. 2. *Макаренко О. С.* Моделювання руху пішоходів на основі клітинних автоматів. / *О. С Макаренко, Д. А Крушинський* // Системні дослідження та інформаційні технології. – № 1, 2010. – с. 100-109. 3. *Eleftherios A. Mandelas, Thomas Hatzichristos, Poulicos Prastacos.* A Fuzzy Cellular Automata Based Shell for Modeling Urban Growth //10th AGILE International Conference on Geographic Information Science 2007 – Aalborg University, Denmark

Надійшла до редколегії 10.05.2013

УДК 519.7:517.9

Моделювання розвитку території міста з використанням космічних знімків/ **В. А. Толстохатко, М. С. Евсюков** // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – X: НТУ «ХПІ», – 2013. - № 26 (999). – С.155-160. – Бібліогр.:3 назв.

Рассмотрены принципы моделирования развития города с использованием метода клеточных автоматов и космических снимков. Для определения состояния участков города по космическим снимкам предлагается использовать алгоритм ISODATA программного комплекса ARCGIS 10.

Ключевые слова: космические снимки, клеточный автомат, алгоритм.

The paper describes the principles of the city development modeling with the use of the cellular automata and satellite images. To determine the status of city territory by satellite images ISODATA algorithm from the software package ARCGIS 10 is proposed to be used.

Keywords: satellite images, cellular automata, algorithm.

УДК 621.792.8

А. А. СВЯТУХА, канд. техн. наук, доц., УИПА, Харьков;

И. Б. ПЛАХОТНИКОВА, ст. преподаватель, УИПА, Харьков

ОСОБЕННОСТИ ТЕПЛОВОЙ СБОРКИ ДЕТАЛЕЙ НЕПОДВИЖНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ПОДШИПНИКОВЫХ УЗЛОВ СКОЛЬЖЕНИЯ

Рассмотрены вопросы прочности соединений с натягом при тепловой сборке подшипниковых узлов скольжения, включающих стальной корпус и запрессованной в него втулки из антифрикционного материала (бронза, латунь и др.). В связи с большой разницей коэффициентов линейного расширения материалов этих деталей в статье предложены способ и устройство позволяющее обеспечить необходимую прочность таких соединений.

Ключевые слова: сборка, соединения, прочность, расширение, распыление

Введение. Подшипниковые узлы скольжения нашли широкое применение в различных машинах и механизмах. Они позволяют воспринимать высокие удельные давления и передавать большие скорости вращения. Примерами таких соединений являются опорные подшипники шеек коленчатых валов, соединение поршневых пальцев с головками шатунов автомобильных двигателей и др.

В большинстве случаев подшипниковые узлы скольжения включают стальной корпус, в который запрессовывают с определённым натягом втулку из антифрикционного материала (бронза, латунь и др.). От прочности скрепления такого соединения во многом зависит долговечность работы подшипникового узла скольжения. Поэтому поиск наиболее эффективного способа соединения таких деталей является актуальной задачей.

Подшипник скольжения — опора или направляющая механизма или машины, в которой трение происходит при скольжении сопряжённых поверхностей. Радиальный подшипник скольжения представляет собой корпус, имеющий цилиндрическое отверстие, в которое вставляется рабочий элемент — вкладыш, или втулка из антифрикционного материала и смазывающее устройство. Между валом и отверстием втулки подшипника имеется зазор, заполненный смазочным материалом, который позволяет свободно вращаться валу. Расчёт зазора подшипника, работающего в режиме разделения поверхностей трения смазочным слоем, производится на основе гидродинамической теории смазки.

При расчёте определяются: минимальная толщина смазочного слоя (измеряемая в мкм), давления в смазочном слое, температура и расход смазочных материалов. В зависимости от конструкции, окружной скорости цапфы, условий эксплуатации трение скольжения бывает *сухим*, *граничным*, *жидкостным* и *газодинамическим*. Однако даже подшипники с жидкостным трением при пуске проходят этап с граничным трением.