



ГЕОІНФОРМАЦІЙНЕ 3D-МОДЕЛЮВАННЯ – НОВІТНЯ ТЕХНОЛОГІЯ ГЕОГРАФІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Изложено новое направление в геоинформационном 3D-моделировании – создание моделей для вычисления физических и геометрических характеристик ландшафта и прогнозирования его изменений. Выделены составляющие таких моделей – геопространственную, аналитическую и геомеханическую. Ключевой считаем геопространственную составляющую – входные данные, которые характеризуют состояние ландшафта на конкретное время, на основании которых и будут осуществляться расчеты. Изложены особенности создания таких моделей. Установлено параллели с техническими науками. Указано программное обеспечение, наиболее пригодное для решения задачи.

It is considered a new direction of geoinformation 3D modeling – creation of models for calculating physical and geometrical parameters of landscape and forecasting its changes. The components of such models have been determined; they are geospatial, analytical and geomechanical ones. The principal component is geospatial one – the input data characterizing landscape state at specific time, which are the basis for the calculations. The peculiarities of such models creation are considered. The analogies with technical sciences are shown. The most suitable software for the task solution has been specified.

Вступ. Тривимірні моделі території відтворюють реалістичний вигляд місцевості, але вони не дають можливості отримати нові знання. А якщо й дають, то не більше, ніж їх можна почерпнути з карт, на основі яких вони виготовлені. Зате в поєднанні з реалістичною фізикою географічних явищ тривимірні моделі можна використати для нового рівня розрахунків, наприклад, швидкості розвитку ерозії, протікання руслових процесів, площі затоплень. Все це потребує відображення даних у вигляді поверхонь і тіл, а не у картографічній формі.

Аналіз останніх публікацій на цю тему. Серед вітчизняних фахівців, які торкалися даної теми, можна назвати В. Д. Барановського, Ю. О. Карпінського й А. А. Ляценка [1]. З-поміж іноземців виділимо О. Ю. Сидорчука, який детально досліджує руслові процеси [8], а також Н. В. Піотух, що розглядає використання картографічного методу в історичних дослідженнях [7]. У праці [6] ідеться про врахування рельєфу в процесі обчислення площі. У деяких наведених до пропонованої читачам статті джерелах розглядається вузькоспеціалізоване програмне забезпечення, дотичне до означеної теми.

Постановка проблеми. Картографічний метод дослідження дає змогу за допомогою графічних, графоаналітичних і картометричних прийомів будувати нові графічні зображення та отримувати числові показники з карт: координати об'єктів, довжини ліній і площі полігонів. Але на сьогодні цього вже недостатньо. Потрібно виконувати нові, складніші види робіт з високою точністю. До таких належать:

- обчислення площ території, об'ємів води у водоймах зі складною конфігурацією і рельєфом дна, об'ємів виконаних земляних робіт;
- розрахунок імовірності виникнення зсувів і врахування площ, які вони можуть охопити;
- підрахунок площ затоплень повеневими водами;
- визначення величини ерозії русел річок, розвитку ярів;
- розрахунок кількості вологи в хмарах.

Усі ці види робіт не об'єднані в якусь комплексну проблему, через те й немає цілісної методики для такого роду розрахунків і визначення набору фізичних характеристик, які б описували географічне середовище. Тому **метою** даної статті є визначення нових пріоритетів геоінформаційного 3D-моделювання. Вважаємо таку постановку проблеми актуальною для географічних досліджень.

Виклад основного матеріалу дослідження. Карта забезпечує економічно обґрунтовану точність для обчислення характеристик об'єктів, на ній зображених. Але через специфіку виготовлення паперових карт результат може не відповідати реальності. Справа у методиці вимірювань. Площа території з пересіченим рельєфом значно більша за числове значення її горизонтальної проекції, а за картою обчислюється саме остання. Поверхня води на території, затопленій внаслідок розливу річки, не є площиною, а має складнішу форму. Таким чином, виникають помилки, пов'язані з неврахуванням фізичних величин.

Крім того, за математичними моделями розвитку явищ і процесів, прийнятими для використання в географічних дослідженнях, можна встановити лише числові значення, а не конкретний вигляд чи стан визначеної території за умов таких числових параметрів.

Наприклад, для розрахунку форми яру використовуються дві складових: графічно-геомеханічна і аналітична. Остання подається у вигляді формул і відображує функціональну залежність довжини, глибини і ширини яру або іншого показника від факторів розвитку яру – кількості опадів, площі водозбору, стійкості ґрунтів тощо. Формули виводяться за результатами польових досліджень. Можливе використання кількох точніших формул. За правилами формування аналітичної складової взаємодіють геопросторова і фізико-механічна.

Фізико-механічна складова описує фізичні властивості простору і тіл ландшафту, які взаємодіють за законами геомеханіки. Наприклад, рух води по схилу – це гідромеханічний процес. Фізичні величини – це в'язкість води, стійкість породи до



розмивання, маса тіл, їх механічна міцність тощо.

Геопросторова складова одночасно служить частиною вхідних даних і передає результат моделювання. Вхідні геопросторові дані змінюються згідно із формулами аналітичної складової (під впливом зовнішніх факторів) і законами фізико-механічної складової. Тобто на комп'ютері можна розрахувати зміну положення точок вхідних геометричних моделей або визначити нові точки. Визначення нових точок, можливо, потребуватиме використання проміжної поверхні для переходу.

Вхідними геопросторовими даними є відомості про рельєф, розміщення шарів гірських порід, тобто про геологічну будову території, об'єкти штучного походження, розміщені на поверхні, тощо. Результатами моделювання можуть бути як геопросторова складова (рельєф та його зміни), так і числові дані – час розвитку явища, об'єм води, маса природного тіла тощо.

У випадку статичних систем (об'єктів), для яких визначають об'єм, масу, лінійні характеристики, все набагато простіше, оскільки вони не мають аналітичної складової. Таким чином, в геоінформаційному методі технологія 3D-моделювання просторових властивостей доповнюється комплексним географічним аналізом. Так можна оцінювати ступінь впливу природних і антропогенних факторів на процеси в ландшафтах.

Звичайно, при цьому виникає проблема перевірки результатів, отриманих у ході моделювання. Їх можна вирішити напівстаціонарними дослідженнями. До слова, фізико-географи виконали чимало таких досліджень [3], результати яких і можна використати.

Розрахунки ускладнюються лише тим, що в ході розвитку явища можуть змінюватись фактори, які або сприятимуть, або уповільнюватимуть його. Наприклад, розвиток яру збільшує площу його водозбору; перетин одного яру іншим може призвести до їх складної взаємодії, визначити кінцеві результати якої непросто.

Слід також мати на увазі зміни не тільки природних факторів, які взяті в обрахунок, а й виникнення антропогенних, які не входять до початкової аналітичної складової. Наприклад, промисловий стік води зумовить утворення промоїн, в які стікатиме і дощова вода, що прискорить ерозію. Крім того, утворення тих же ярів пов'язано з супутніми екзогенними процесами – зсувами, підтопленнями, підземною ерозією. Враховувати ці фактори складно, а іноді й узагалі неможливо, оскільки вони постійно взаємодіють, впливаючи один на одного. Найбільше на повноту дослідження вплине все-таки економічний фактор – наскільки доцільно і точно потрібно враховувати й перевіряти імовірність виникнення супутніх факторів.

Усе це означає, що аналітична складова повинна мати зворотний зв'язок з геопросторовою.

Таким чином, нові задачі геоінформаційного 3D-моделювання можна поділити на три частини:

- встановлення кількісних характеристик об'єктів і явищ;

- прогнозування майбутнього стану об'єктів, явищ і геосистем;

- здійснення розрахунків для інженерних потреб.

Математичні прийоми аналізу використовуються для створення просторових моделей явищ, які вивчаються. Принципове їх використання полягає в тому, що багато явищ і процесів реального світу можуть бути пов'язані функціональними залежностями або бути функціями простору й часу. Ці залежності різноманітні, складні й недостатньо вивчені, і все ж їх можна подати у вигляді функції, обрахувати їх параметри за значеннями цієї функції [2]. Але даний метод не зовсім прийнятний, оскільки оцінюється і вивчається модель, а не реальне явище, і можна тільки оцінювати, наскільки близько модель відтворює саме явище. Певні аналогії тут можна провести з твердотільним моделюванням та опором матеріалів, але вже географічних об'єктів.

На сьогодні не існує проблем з отриманням, збереженням, обробленням і поданням геопросторових даних. Можна працювати напряму з просторовими даними, не апроксимуючи їх функціями. Системи глобального позиціонування дають змогу точно визначити координати всіх об'єктів у просторі.

У зв'язку зі складністю і великою кількістю таких задач, а значить, відсутністю типових рішень, алгоритми і програмне забезпечення повинні мати метадані. Позбавлений останніх, алгоритм може не тільки містити помилки, а й не давати змоги користувачеві виправити їх. Крім того, невідома формула не додає впевненості у правильності проведення обчислень, а ще не дозволяє оцінити точність.

Наразі маємо програми для розрахунків, але всі вони призначені для цілком конкретних випадків. Алгоритм оброблення даних прихований від користувача, тож оцінити його точність неможливо. Наприклад, програма Geostab призначена для розрахунків стійкості укосів і котлованів. Вона дає можливість здійснити розрахунок коефіцієнта стійкості двома методами:

- 1) кругло-циліндричних поверхонь ковзання;
- 2) дотичних сил (для призм з довільною поверхнею ковзання) [9].

Програма "Комплекс 3D-аналізу" дозволяє працювати з тривимірною поверхнею рельєфу. Вимірювання відстаней, площі і об'ємів теж реалізовано, проте інших функцій вона не має [5].

Більшість технічних наук, у т. ч. й геодезія та архітектура, вже мають власні методи розрахунків, переважно аналітичного характеру. Проте в них не повністю враховується геологічна будова території, що іноді призводить до сумних наслідків, як, наприклад, руйнування нового, щойно зведеного будинку [4]. Саме геоінформатика, яка інтегрує моделі та знання досліджень (вишукувань) в інженерній геодезії, геології та гідрогеології, може надати дані, яких не вистачає для вирішення викладених вище задач.

Висновки. Моделі, створені для розрахунків, можна до певної міри протиставити картографічним моделям територій: хоча вони і виглядають нереалістично, але надають інформацію, яку неможливо отримати з карти.



На сьогодні розвиток науки і техніки, передусім математики, механіки та інформатики, дозволяє розраховувати геометричні характеристики моделей без побудови матеріальних копій. Деталі механізмів з потрібними механічними властивостями проєктуються і перевіряються в цифровому вигляді, а не за допомогою креслярської дошки. Виготовлення матеріальних копій для їх випробування без розрахунків (так званий емпіричний підхід) визнано недоцільним ще на початку ХХ століття. Звичайно, в розрахунках трапляються помилки, але їм знаходиться пояснення, яке уточнює теорію і враховується в подальшій роботі. Вказується матеріал, навантаження, а система розраховує міцність і можливість використання виробу. Саме науковий, а не експериментальний підхід є основним у промисловому виробництві. То чому ж вітчизняні географи нечасто користуються аналітичним методом, не кажучи вже про просторові моделі? Можливо, вже час і географам від опису явищ переходити до їх геоінформаційного моделювання?

Перспективи дослідження. Зараз виконуються окремі роботи, пов'язані з оцінюванням затоплених територій, стабільності берегів тощо. Але цілісної концепції математичної географії немає. На нашу думку, вироблення такої концепції дозволить оцінювати доцільність і реальний економічний ефект від того чи іншого рішення. Наприклад, розрахувати, наскільки зведення дамби запобігатиме паводкам або хоча б теоретично підтвердити можливість підтоплення будинку, розібраного мешканцями з метою отримання компенсації.

Література

1. Барановський, В.Д. Топографо-геодезичне та картографічне забезпечення ведення державного земель-

ного кадастру. Визначення площ територій [Текст] / В.Д. Барановський, Ю.О. Карпінський, А.А. Лященко; за заг. ред. Ю. О. Карпінського. – К.: НДІГК, 2009. – 92 с.: іл. – (Сер. "Геодезія, картографія, кадастр").

2. Берлянт, А.М. Картографический метод исследования [Текст] / А.М. Берлянт. – М.: Изд-во МГУ, 1984. – 257 с.

3. Осинцева, Н.В. Физико-географические факторы развития овражной эрозии городских земель: на примере г. Томска [Текст]: дис. ... канд. геогр. наук : 25.00.23 / Осинцева Наталия Викторовна. – Томск, 2001. – 176 с.

Інтернет-джерела

4. В Китае упал 13-этажный дом [Электр. ресурс]. – Режим доступа: <http://vlasti.net/news/51142>

5. Комплекс 3D-анализа [Электр. ресурс]. – Режим доступа: <http://www.sicenter.by/kompleks-3d-analiza.html>

6. Малашевский, Н.А. Полигон для эпидемиологических исследований. Ч. 3. Точное измерение площади полигона [Электр. ресурс] / Н.А. Малашевский // Энвайронментальная эпидемиология. – 2011. – № 3. – С. 420-430. – Режим доступа: <http://www.hiv-aids-epidemic.com.ua/2011-03-06.pdf>

7. Пиотух, Н.В. Картографический метод в исторических исследованиях: прошлое и настоящее [Электр. ресурс] / Н.В. Пиотух // История. Карта. Компьютер: сб. науч. ст. – Барнаул: Изд-во Алтайск. ун-та, 1998. – 72 с. – Режим доступа: <http://new.hist.asu.ru/biblio/ikk/piotuh.shtml>

8. Сидорчук, А.Ю. Динамическая модель развития продольного профиля оврага [Электр. ресурс]. – Режим доступа: http://fluvial-systems.net/present_rus/1995_vologda.pdf

9. Geostab – расчет устойчивости откосов и котлованов [Электр. ресурс]. – Режим доступа: <http://www.geosoft.ru/geostab/>

Надійшла 20. 09. 12

* * *

УДК 623.71

О. Г. Міхно, В. І. Хірх-Ялан

ГЕОІНФОРМАЦІЙНИЙ АНАЛІЗ ТАКТИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ МІСЦЕВОСТІ

Рассматривается вопрос геоинформационного анализа тактических свойств местности с помощью цифровой топографической карты производства топографической службы Вооруженных сил Украины с целью выработки рекомендаций для поддержки принятия решений по рациональному размещению подразделений сухопутных войск в районах ответственности.

It is considered the issue of geoinformation analysis of tactical features of locality on the basis of a digital topographic map created by Topographic Service of the Armed Forces of Ukraine for the purpose of development of recommendations to support decision making on rational deployment of land forces units in the areas of responsibility.

Постановка проблеми. Тактичними властивостями прийнято називати особливості місцевості, які впливають на дії військ. Перед початком дій

військовим підрозділом командир повинен оцінити місцевість, тобто визначити її основні особливості: умови для спостереження, орієнтування і ведення вогню; умови захисту своїх військ від застосування зброї противником; умови проходності

© О. Г. Міхно, В. І. Хірх-Ялан, 2012