

ОСОБЛИВОСТІ МОДЕЛЮВАННЯ ПОВЕРХОНЬ ЕКОЛОГІЧНИХ КОРИДОРІВ

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна

Розглянуто ландшафтне моделювання варіантів екологічних коридорів (територій для забезпечення міграцій представників дикої фауни). Проведено геометричний аналіз методів польових спостережень, експериментів та моделювання. Подано матеріали методики інтегрованої експертної оцінки екологічних ситуацій. Надано інформацію щодо проблеми відновлення гладкої поверхні за нерегулярно розташованими точками. Виявлено особливості триангуляції на основі системи неперетинних трикутників з вершинами в опорних точках. Показано формування складових частин екологічного коридору. Встановлено обернений зв'язок між елементами геометричного моделювання.

Постановка проблеми. Відомо, що екологія не належить до наукових дисциплін з простою лінійною структурою. Вона є міждисциплінарною наукою. Така особливість потребує системного вивчення основних екологічних закономірностей [1] і вимог до практичної діяльності суспільства. Нинішній стан екологічних проблем вимагає не тільки удосконалення існуючих біологічних, географічних, фізичних та математичних алгоритмів, але й розробки нових моделей, які майже завжди супроводжуються графічною інформацією. Ця інформація характеризується наочністю, базується на можливостях об'ємно-графічного моделювання і здатна забезпечувати процес ландшафтного проектування.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В основу методик створення екологічних коридорів (територій для забезпечення міграцій модельних видів дикої фауни) покладено принципи ландшафтної екології, в якій за одиницю ландшафту прийнято ділянку відносно однорідної місцевості. Розмір ландшафтної одиниці залежить як від дослідницьких або природоохоронних завдань, так і від поглядів дослідника на екологію біологічного об'єкта, що є предметом вивчення чи охорони [2]. Суттєвим кроком вперед у методах ландшафтної екології за останні десятиріччя стала розробка геоінформаційних систем (ГІС). Особливість ГІС полягає в їхній здатності інтегрувати різні типи даних (географічні, екологічні, економічні, дані про адміністративні одиниці), на цій основі будувати моделі та проводити аналіз і, як результат, безпосередньо на виході одержувати готові статистики і картосхеми. ГІС показали себе як надзвичайно корисний і рентабельний інструмент розробки екологічних коридорів [3, 4].

Формулювання цілей та завдання статті. Залучити можливості геометричного моделювання до процесу екологічних досліджень. Визначити особливості побудови триангуляції. Показати її переваги і недоліки. Надати аналітичне підґрунтя для триангуляції поверхонь екологічних коридорів.

Основна частина. Ландшафтно-екологічне моделювання варіантів екологічного коридору полягає у визначенні найкращих ділянок ландшафту, які формують своєрідний "ланцюг" від однієї ключової (з позицій збереження дикої фауни) території до іншої [5].

Геометричний аналіз території (земної поверхні) може користуватися трьома групами методів дослідження:

- польові спостереження;
- експерименти;
- моделювання.

Польові спостереження та експерименти надають ефективні результати, коли вони реалізуються на основі наукової теорії. В протилежному разі польові спостереження виявляються недостатньо ефективними, а проведення експериментів – сумнівним або навіть небажаним. Щодо моделювання, то воно засновано на створенні моделі, яка досить легко піддається вивченню [6]. Тому використання концептуальних та математичних моделей є продуктивним під час вивчення складних екологічних ситуацій.

Для обґрунтування тих чи інших рішень досить часто спираються на методіку інтегрованої експертної оцінки ситуацій [7]. При цьому визначають показник P , який формується з урахуванням значущості окремих параметрів стану оточуючого середовища:

$$P = \frac{\alpha_1 S_1 + \alpha_2 S_2 + \dots + \alpha_n S_n}{\alpha_1 + \alpha_2 + \dots + \alpha_n}, \quad (1)$$

де $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$ – коефіцієнти, що враховують значущість окремих параметрів впливу на оточуюче середовище при виконанні певних технологічних дій; S_1, S_2, \dots, S_n – оцінка ступеня впливу на оточуюче середовище в балах.

Загальна оцінка екологічних ситуацій зазвичай проводиться відносно згладжених поверхонь екологічних коридорів. Реальні ж об'єкти вміщують нагромадження складових частин, які суттєво відрізняються одна від одної, тобто реальна інформація ніколи не буває розподілена рівномірно. І це примушує мати справу з проблемою відновлення гладкої поверхні за нерегулярно розташованими точками.

Якщо знаходити функцію в довільній точці, то номер комірки прямокутної сітки, до якої ця точка потрапить, визначається за дві операції. Всі інші дії – пошук сусідніх комірок, інтерполяція і т. і. – програмуються також досить швидко. Ці обставини сприяли переважному розповсюдженню прямокутних сіток. Навіть за умови різних масштабів, наприклад в задачах гідродинаміки, рівняння розв'язуються на адаптивних сітках: яка-небудь ділянка сітки розбивається на більш дрібну прямокутну решітку і т. д. Як все лінійне, прямокутна сітка не може забезпечити різноманітних геометричних потреб. В таких випадках виникає необхідність у використанні підходу, який надає можливість описувати поверхні за допомогою особливостей триангуляції.

Триангуляція утворює на поверхні сітку систему неперетинних трикутників з вершинами в опорних точках. Переваги такого підходу полягають у можливостях підстроюватися під вихідні дані (там, де опорні

точки розріджені, трикутники більші, там, де є згущення, – менші) та швидко виконувати апроксимацію поверхні (в той час як прямокутна сітка має два виділені напрями, що важко узгоджуються з початковими даними). Недоліками триангуляції є складності програмування (пошук трикутника, який вміщує точку з невідомими координатами, перетворюється на нетривіальну задачу), а також відносна складність побудови сітки неперетинних трикутників.

Побудові триангуляції передують допоміжний крок – розбиття площини на області Вороного. Ці області утворюють решітку, де в кожній вершині сходяться три ребра і три області. Якщо поєднати між собою точки, в яких межують області Вороного, то виникає триангуляція Делоне. Вона дозволяє швидко обробляти довільно розташовані вихідні дані. Триангуляція Делоне припускає ефективну комп'ютерну реалізацію графічного матеріалу та різноманітні узагальнення. Оскільки в кожній опорній точці надається значення функції, то кожному трикутнику на площині відповідає просторовий трикутник. Таким чином, триангуляції Делоне відповідає неперервна кусково-лінійна поверхня в просторі. Цю поверхню можна взяти за основу для формування складових частин екологічних коридорів.

Будемо називати [8] "сусідами" першого рівня 1 вершини i вершини всіх трикутників, що вміщують i , а "сусідами" другого рівня 2 – вершини трикутників, які мають спільну сторону з трикутником, що вміщує i (рис. 1). Сумарна кількість "сусідів" першого та другого рівнів більше або дорівнює шести. Це дозволяє підібрати квадратичну функцію

$$f_i(x, y) = f_1 + f_2(x - x_i) + f_3(y - y_i) + f_4(x - x_i)^2 + f_5(x - x_i)(y - y_i) + f_6(y - y_i)^2 \quad (2)$$

таким чином, щоб вона проходила через вихідну точку i її "сусідів".

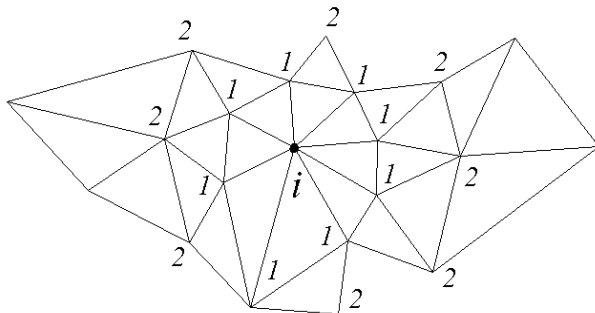


Рис. 1. Неперетинні трикутники з вершинами в опорних точках

Зазначена ситуація характеризується локальністю (вплив кожної точки не розповсюджується далі "сусідів" другого рівня) і лінійністю (результат лінійно залежить від значень функції в опорних точках), незважаючи на те, що для побудови поверхні використовується нелінійна функція.

На рис. 2 наведено (в режимі проекції з числовими позначками) певну інформацію про модель фрагменту екологічного коридору. Інформація оберненого зв'язку (між елементами геометричного моделювання) надає можливість за даними моделі виконувати адекватні дії на місцевості.

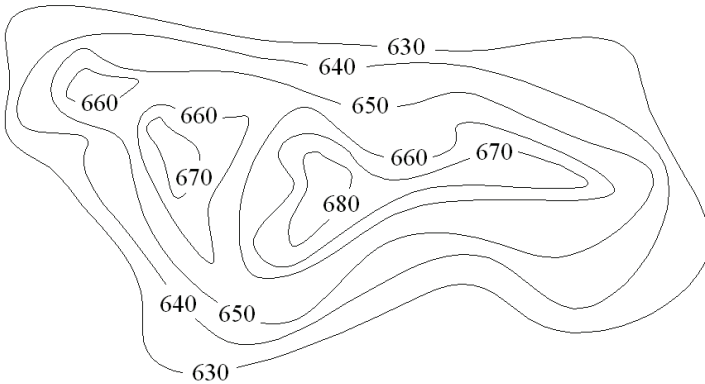


Рис. 2. Складова частина поверхні екологічного коридору

Висновки та перспективи подальших досліджень. Широкі можливості графічного запису (кодування) різноманітних явищ дозволяють виходити на сучасний рівень розв'язування задач екології. Графічні зображення фрагментів земної поверхні несуть вагоме інформаційне навантаження. Тому формування поверхонь екологічних коридорів стає серйозною геометричною основою для ландшафтно-екологічного моделювання територій збереження дикої фауни. Подальші дослідження спрямовані на удосконалення схеми графічного забезпечення ландшафтного проектування (використання новітніх елементів геоінформаційних систем і т. п.), а також на розробку загальних принципів об'ємно-графічного моделювання екологічних коридорів.

Література

1. Білявський Г.О., Падун М.М., Фурдуй Р.С. Основи загальної екології. К.: Либідь, 1995. – 368 с.
2. Liu, Taylor W.W. Integrating Landscape ecology into natural resources management // Cambridge University Press, 2002.
3. Beier P., Majka D., Jenness J. Conceptual steps for designing wildlife corridors // www.corridordesign.org. 2007.
4. Maanen E. van, Altenburg W., Klaver R., Predoiu G., Popa M., Ionescu O., Jutj R., Negus S., Ionescu G.. Safeguarding of the Romanian Carpathian ecological network. A vision for large carnivores and biodiversity in Eastern Europe // A&W ecological consultants, Veenwouden, The Netherlands. Icas Wildlife Unit, Brasov, Romania, 2006.

5. Створення екологічних коридорів в Україні. Посібник щодо законодавства, ландшафтно-екологічного моделювання та менеджменту для поєднання природоохоронних об'єктів на підставі досвіду в Карпатах. – К.: Видавництво "Журнал "Радуга", 2010. – 160 с.

6. *Даниленко В.Я.* Об'ємно-графічне профілювання в ландшафтній екології // Прикладна геометрія та інженерна графіка. – К.: КНУБА, 2008. – Вип. 80. – С. 298–301.

7. *Евгеньев И.Е., Савин В.В.* Защита природной среды при строительстве, ремонте и содержании автомобильных дорог. – М.: Транспорт, 1989. – 240 с.

8. *Агиштейн М.Э., Мигдал А.А.* Как увидеть невидимое? // Эксперимент на дисплее. – М.: Наука, 1989. – С. 141–170.

ОСОБЕННОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ КОРИДОРОВ

В. Я. Даниленко

Рассмотрено ландшафтное моделирование вариантов экологических коридоров (территорий для обеспечения миграций представителей дикой фауны). Проведен геометрический анализ методов полевых наблюдений, экспериментов и моделирования. Представлены материалы методики интегрированной экспертной оценки экологических ситуаций. Дана информация относительно проблемы восстановления гладкой поверхности по нерегулярно расположенным точкам. Выявлены особенности триангуляции на основе системы непересекающихся треугольников с вершинами в опорных точках. Показано формирование составных частей экологического коридора. Установлена обратная связь между элементами геометрического моделирования.

FEATURES OF MODELLING OF SURFACES OF ECOLOGICAL CORRIDORS

Volodymyr J. Danylenko

The landscape modelling of variants of ecological corridors (territories for providing of migrations of representatives of wild fauna) is considered. The geometrical analysis of methods of the field supervisions, experiments and modelling is conducted. Materials of methodology of the integrated expert estimation of ecological situations are presented. Information is given on the problem of renewal of smooth surface on the irregularly located points. The features of triangulation are deduced on the basis of the system of non-overlapping triangles with tops in supporting points. Forming of component parts of ecological corridor is shown. A feed-back is set between the elements of geometrical modelling.