

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ СТВОРЕННЯ ГЕОЕКОЛОГІЧНОЇ БАЗИ ДАНИХ БАСЕЙНУ ВЕРХНЬОГО ДНІСТРА

© Круглов І., 2003

Концепция множественности территориальных структур геоекосистем позволяет отображать весь комплекс природных условий с помощью двух картографических слоев – единиц наземных покровов и интегрированных геоморфологических единиц. Последние характеризуют рельеф, почвы, а также вероятную коренную природную растительность, и имеют иерархическую структуру. Такой комплексный подход обеспечивает гибкость и всесторонность последующего экологического моделирования.

The notion of multiplicity of a geoecosystem's spatial structure affords to represent the totality of natural conditions of the area with the help of two main overlays – those of landcover units and integrated geomorphological units. The latter characterize landforms, soils, and possible primary vegetation and have hierarchical structure. The integrated approach assures flexibility and comprehensiveness for further environmental modelling.

Басейн Верхнього Дністра умовно визначається злиттям річок Дністер і Коропець та охоплює площу у 21496 км², що становить приблизно третину площі усього басейну р. Дністер. У його межах виділяються три великі природні регіони, кожен із яких відзначається оригінальним первинним природним комплексом:

1. Денудаційно-структурні височини Поділля із сірими лісовими та чорноземними ґрунтами на лесовидних суглинках під буковими та дубовими лісами;
2. Розчленовані акумулятивні та денудаційно-акумулятивні рівнини Передкарпаття із бурувато-підзолистими ґрунтами на облесованому давньому алювії під дубовими лісами;
3. Складчато-покривні низькогір'я та середньогір'я Карпат із бурими гірсько-лісовими ґрунтами на елювії флішу під буковими та смерековими лісами.

Цей первинний комплекс зазнав серйозної модифікації людиною. На даний час більшість лісів зведена або замінена на довготривалі техногенні варіанти (наприклад, ялицеві насадження у Дністровських Бескидах). Абсолютна більшість площі зайнята ріллею та вторинною лучною рослинністю. Густа мережа людських поселень, зокрема урбанізованих, є тепер одним із характерних компонентів ландшафту. Помітну площу займають ділянки крайніх проявів антропопресії – гірничі розробки, на зразок, Роздольської або Стебницької.

У рамках німецько-українського дослідницького проекту "Дністер" (www.dnister.de) визначаються основні можливі напрямки сталого розвитку басейну. Оптимізація територіальної та галузевої структури землекористування на засадах сталого розвитку вимагає порівняння теперішнього стану ландшафту із еталоном – первинними природними умовами, непорушеними діяльністю людини. Це питання повинна допомогти вирішити відповідна ГІС.

Проблема

Успішна реалізація ГІС можлива за наявності оптимальної структури геопросторової бази даних. Оскільки перелік та специфіка конкретних завдань, які повинна допомогти вирішити ГІС, можуть значно корегуватись у процесі реалізації проекту, то бажано передбачити, певною мірою, універсальну структуру бази даних, яка би забезпечила багатofункціональність системи. Слід пам'ятати, що геопросторова база даних, спрямована на підтримку рішень зі сталого землекористування, повинна охоплювати характеристики різноманітних компонентів довкілля і при цьому забезпечувати мінімальне зростання просторової непевності інформації у процесі оверлейного аналізу, яке є типовою вадою ГІС природних умов і ресурсів [14]. Тобто, потрібно забезпечити узгодження (гармонізацію) галузевої природно-географічної інформації у первинній базі даних. Разом з тим, необхідно дотримуватися правил картографічного відображення ландшафтних об'єктів та шукати шляхи найточнішої передачі їх просторової диференціації. Важливо також орієнтуватися на наявну інформацію, зокрема картографічну, та на дані, які вже автоматизовані і можуть імпортуватись у систему.

Попередній досвід

Найприйнятнішим способом узгодженого представлення різноманітних характеристик довкілля у ГІС, особливо за відсутності попередньо автоматизованих даних (як це має місце для басейну Верхнього Дністра), є метод "інтегрованих територіальних одиниць" [8]. Він передбачає доволі механістичне об'єднання та оцифрування геометричних частин різноманітних галузевих карт (геоморфологічної, ґрунтової, наземних покривів тощо) та їх легенд у єдиний векторний картографічний шар із топологією полігонів [11, 4] запропонував передавати геопросторову диференціацію техногенно зміненої території на основі генетико-історичної геокомпонентної моделі, яка базується на двох полігонних векторних шарах – природного фундаменту та техногенного покриву. При формуванні картографічного шару природного фундаменту використовуються методи картування генетичних природних геокомплексів [2], що значно підвищує надійність інтегрованої інформації. Проте, суттєвим обмеженням такої моделі є надто спрощена передача кількісних континуальних геопросторових даних, – висот місцевості, кліматичних показників тощо, – які усереднюються та редукуються до дискретних векторних шарів.

Отож, актуальним є перегляд генетико-історичної геокомпонентної моделі та пошук більш гнучкої теоретичної основи для ГІС природних умов і ресурсів. Такою виступає концепція поліструктурності ландшафту, яка розвинулась у рамках ландшафтної екології (геоекології) і передбачає можливість передачі геопросторової диференціації комплексу природних умов за допомогою різних взаємодоповнюючих картографічних шарів [3]. Дещо уточнений та розширений стосовно можливостей ГІС, такий підхід може стати перспективною основою організації даних у ГІС. Він передбачає використання наборів узгоджених дискретних векторних (полігонних, лінійних і точкових) та континуальних растрових геопросторових даних, які забезпечують комплексну, гнучку, високоточну та економічну (з точки зору затрат на автоматизацію та на використання комп'ютерних ресурсів) передачу природничих властивостей території [6]. Проте остаточна конкретизація теоретичних положень можлива лише у процесі їх практичної реалізації.

Завдання дослідження

Метою цієї роботи є уточнення та адаптація попередньо окреслених теоретичних положень [6] до практичних завдань і умов створення ГІС басейну Верхнього Дністра. Для цього необхідно:

- визначити найбільш загальні функції та структуру ГІС;
- сформулювати понятійний апарат для позначення об'єктів бази даних ГІС;
- визначити основні компоненти первинної геопросторової бази даних

Функції та структура ГІС

ГІС басейну Верхнього Дністра стосується підтримки раціонального використання природних (земельних – у широкому розумінні) ресурсів. У зв'язку з цим вона повинна забезпечувати:

1. Інвентаризацію основних природних умов та ресурсів басейну;
2. Інвентаризацію актуальних наземних покривів (типів землекористування);
3. Імітаційне моделювання інших природних характеристик, зокрема актуальних та потенційних несприятливих природних процесів, на зразок водної ерозії ґрунту, паводкового підтоплення або вітровалів;
4. Галузеву та комплексну екологічну оцінку стану території;
5. Галузеву та комплексну господарську оцінку природних умов / ресурсів.

Виходячи із такого переліку функцій, у найбільш загальних рисах структура ГІС визначається наявністю таких трьох блоків:

1. Первинної бази даних, яка містить геопросторову та непросторову (наприклад, у вигляді таблиць) інформацію, що автоматизується або імпортується у систему;
2. Бази моделей – алгоритмів та математичних рівнянь, які визначають маніпуляції із первинними даними у процесі імітаційного та оціночного моделювання;
3. Похідної бази даних, яка формується на основі результатів моделювання із первинними даними.

Загальне визначення об'єктів бази даних

Як видно із переліку функцій ГІС, вона націлена на аналіз доволі складних комбінацій біо-фізичних та економічних властивостей земної поверхні. Наприклад, визначення водноерозійного потенціалу території передбачає врахування таких чинників, як ухил поверхні, довжина схилу, інтенсивність опадів, механічний склад ґрунту, тип рослинного покриву, особливості експлуатації території [13]. У зв'язку з цим, у якості об'єктів ГІС доцільно визначити певним чином окреслені ділянки земної поверхні, які відзначаються однотипністю усього комплексу природних умов та способу господарського використання і характеризуються своєрідним інформаційно-енергетично-речовинним кругообігом. Такі ділянки традиційно називають ландшафтами, геокомплексами або геосистемами і вивчають у рамках ландшафтознавства та ландшафтно-екології [2, 3]. Проте, у сучасній літературі, очевидно для того, щоб уникнути термінологічної плутанини, ці територіальні єдності дедалі частіше називають геоекосистемами, а науку яка їх досліджує – геоекологією [1, 10, 12]. Оскільки база даних та база моделей ГІС відображатимуть властивості земної поверхні використовуючи принципи геоекології, то й саму інформаційну систему та її базу даних можна називати геоекологічною.

Як згадувалось, уявлення про множинність територіальних структур геоекосистем [3] передбачає можливість передачі їх просторової диференціації кількома узгодженими і взаємодоповнюючими картографічними шарами. Кожна із структур формується на основі однієї провідної (системоформуючої) властивості геоекосистеми і може передавати просторову диференціацію як комплексу природних умов, так і лише одиничної характеристики геоекосистеми. Таким чином, розрізняються синтетичні та прості територіальні структури геоекосистем та відповідні їм картографічні шари. Синтетичні шари є векторними та мають топологію полігонів, прості шари можуть бути як векторними, так і растровими.

Особливий інтерес становить виділення синтетичних територіальних структур геоекосистем, оскільки саме їх наявність у базі даних ГІС дає змогу зменшити нагромадження непевності інформації протягом комплексного просторового аналізу природничих характеристик території. Елементи синтетичних територіальних структур у ландшафтознавстві називають морфологічними одиницями ландшафту і переважно групують в єдиний ієрархічний ряд [2, 7]. Поліструктурна інтерпретація такого ряду дає змогу виділити кілька паралельних ієрархій територіальних структур геоекосистем за певним провідним чинником – геоморфологічним, петрографічним, кліматичним, басейново-гідрологічним тощо [5]. Ці територіальні

структури геоекосистем, або, інакше кажучи, часткові геоекосистеми, і виступають основним об'єктами геоекологічної бази даних басейну Верхнього Дністра.

Структура первинної бази даних

Якщо загальні риси бази даних визначаються теоретичними засадами геоекології, то її конкретна структура формується із врахуванням наявних даних, які можуть імпортуватись або автоматизуватись у ГІС. У якості вихідного матеріалу для геоекологічної бази даних басейну Верхнього Дністра слугують п'ять основних джерела даних:

1. Векторні шари цифрової топографічної карти масштабу 1:200000;
2. Аналогові (паперові) тематичні середньомасштабні та дрібномасштабні (1:200000-1:1000000) карти і картосхеми: геологічні, геоморфологічні, ґрунтів, четвертинних відкладів, ландшафтів;
3. Спектрально-радіометричне космозображення Landsat ETM+ від 2 травня 2000 року (геометрична роздільна здатність 30 м);
4. Текстові матеріали про природу та господарство регіону;
5. Спеціальні вибіркові польові геоекологічні спостереження.

Точність топографічної основи та геометрична роздільна здатність космозображення визначають детальність геоекологічної бази даних, яка відповідатиме масштабу карт 1:250000. До простих картографічних шарів відносяться:

- межі басейну (полігони та лінії) – результат ручної інтерпретації цифрової топографічної карти;
- основна гідрологічна мережа (лінії) – результат ручної інтерпретації космозображення;
- гідрологічно коректна цифрова модель рельєфу (континуальний растр 100x100 м) – генерована за допомогою модуля "Topogrid" програмного забезпечення ArcInfo з використанням відкоректованих векторних шарів ізогіпс і відміток висот цифрової топографічної карти та новоствореного шару гідрологічної мережі);
- автотранспортна мережа (лінії) – імпортована з цифрової топографічної карти;
- залізнична мережа (лінії) – імпортована з цифрової топографічної карти.

Синтетичні картографічні шари на даний час представляються двома масивами геопросторових даних:

- наземними покриттями (дискретний растр та полігони);
- інтегрованими геоморфологічними одиницями (полігони).

Наземні покриття отримуються шляхом автоматизованої класифікації космозображення і представляють собою часткові біотично-технічні морфологічні геоекосистеми, оскільки відповідають культурній або антропогенно модифікованій рослинності та техногенним географічним об'єктам, на зразок забудованих територій. Класифікація наземних покриттів здійснюється німецькими партнерами проекту "Дністер" за усталеною методикою [9].

Шар інтегрованих геоморфологічних одиниць відповідає частковим генетико-морфологічним геоекосистемам, які виділяються на основі екзогенних форм рельєфу [5]. Із диференціацією форм рельєфу добре узгоджується просторовий розподіл ґрунтоутворюючих відкладів та ґрунтів, а також топоклімату. Це дає змогу розглядати окремі екзогенні форми рельєфу як відносно однорідні щодо умов місцезнаходження біоценозів, а відтак – щодо первинної природної рослинності, яка могла би існувати в їх межах за відсутності порушень. Таке уявлення про ведучу та індикаторну роль рельєфу у розподілі первинних умов сформувалось у ландшафтознавчій школі Н. Солнцева [2, 7]. Запропоновано три просторові ієрархічні розмірності генетико-морфологічних геоекосистем. Морфотопи – найдрібніші територіальні одиниці, які розглядаються як внутрішньо однорідні – виділяються на основі мікрорельєфу та простих елементів мезорельєфу (наприклад, притерасне пониження, прямий схил). Мікроморфохори є поєднанням морфотопів і відповідають складним елементам мезорельєфу та цілим формам мезорельєфу (наприклад, голоценова тераса із пониженнями, ступінчастий схил). Макроморфохори як комбінації мікроморфохор співпадають із певним комплексом форм

мезорельєфу, створеним єдиною комбінацією екзогенних рельєфотворчих процесів (наприклад, низькі акумулятивні алювіальні тераси; делювіальні схили, розчленовані вибалками та ярами) [5].

У процесі геоecологічного картування басейну Верхнього Дністра виділяються усі просторові ранги генетико-морфологічних геоекосистем, які дозволяє відобразити масштаб 1:250000 – мінімальна площа ареалу картування становить 0.5 км². Отже у базі даних відображаються навіть окремі морфотопи (наприклад, великі притерасні пониження). Проте, полігони різнорангових територіальних одиниць далі групуються у регіони, які відповідають макроморфохорам. Це дає змогу, з одного боку, не збіднювати навантаження картографічного шару, а з іншого боку, дозволяє витримати єдиний рівень репрезентативності територіальних структур на рівні макроморфохор, що є необхідною умовою для подальшого аналізу складності територіальних структур. Атрибутивна база даних шару інтегрованих геоморфологічних складається із восьми полів, які містять інформацію про морфографію, морфогенезис, генезис та текстуру ґрунтоутворюючих відкладів, підстилаючі відклади, трофотоп та гігротоп біоценозу, а також імовірну первинну природну рослинність.

Висновки та перспективи

Запропонований геоecологічний підхід до створення бази даних природних умов і ресурсів забезпечує менше нагромадження непевності інформації протягом комплексного аналізу, оскільки передбачає лише два синтетичні картографічні шари (наземних покривів та інтегрованих геоморфологічних одиниць) для передачі основних природних властивостей території. Це також веде до суттєвого скорочення затрат на автоматизацію геометричної частини тематичних геопросторових даних. Наявність додаткових простих картографічних шарів розширює можливості подальшого моделювання.

На даний час створено шар інтегрованих геоморфологічних одиниць на 40% площі басейну. Завершення формування бази даних планується на кінець 2003 року. Перспективним є доповнення існуючих тематичних даних кліматичними геопросторовими шарами (середні мінімальні та максимальні місячні температури повітря та середні місячні суми опадів) для розрахунку біокліматичних характеристик геоекосистем.

Література

1. Бачинский Г.А. Геоэкология как область соприкосновения географии и социэкологии // Изв. Всесоюз. геогр. общ-ва. – 1989. – Т. 121. – Вып. 1. – С. 31-39.
2. Геренчук К.И., Раковська Е.М., Топчієв О.Г. Польові географічні дослідження. - К.: Вища школа, 1975. - 248 с.
3. Гродзинський М.Д. Основи ландшафтної екології: Підручник. – К.: Либідь, 1993. – 224 с.
4. Круглов І.С. Міська ландшафтно-екологічна інформаційна система // Укр. геогр. журн. – 1997. – №3. – С. 41-47.
5. Круглов І. Поліструктурна інтерпретація "традиційної" системи ландшафтних морфологічних одиниць // Вісник Львів. ун-ту. Серія географічна. – 2000б. – Вип. 27. – С. 67-71.
6. Круглов І., Божук Т. Теоретичні засади представлення структури ландшафту у географічних інформаційних системах // Наукові записки Тернопільського державного педагогічного університету. Серія географія. – 2002. – № 2. – С. 87-91.
7. Миллер Г.П. Ландшафтные исследования горных и предгорных территорий. – Львов: Вища школа, 1974. – 202 с.
8. Aronoff S. Geographic information systems: A management perspective. – Ottawa: WDL Publications, 1989. – 294 p.
9. Borg E., Bosch B., Baruth B. Strukturanalyse von Satellitenbilddaten in ausgewählten Teilräumen der Waldkarpaten, der Vorkarpatensenke und der Podolischen Platte // Erfassung und Bewertung der Landschaftsstruktur. IÖR-Schriften. – 1999. – Band 29. – S. 51-64.
10. Huggett R. Geoecology: an evolutionary approach. – London: Taylor & Francis, 1995. – 344 p.
11. Integrated terrain unit mapping. - Aerial Information Systems, Redlands, Ca, no date. - 38 p.
12. Leser H. Landschaftsökologie: Ansatz, Modelle, Methodik, Anwendung. – Stuttgart: Ulmer, 1991.
13. Mularz S. A GIS for assessing the soil erosion susceptibility // Proceedings Conf. "GIS for Environment". – Krakow, 1993. – P. 163-170.
14. Newcomer J.A., Szajgin J. Accumulation of thematic map errors in digital overlay analysis // American Cartographer, 1984. – № 1. – P. 58-62.