

УДК 502.63

## ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ МОДЕЛІ РЕЛЬЄФУ РІЧКОВИХ ДОЛИН ДНІСТРОВСЬКОГО КАНЬЙОНУ

*В.М. Триснюк, канд. географ. наук,  
ст. наук. співробітник  
(Інститут телекомунікацій і глобального  
інформаційного простору НАН України)*

*Запропонована ГІС басейну р. Дністра з банком еколого-господарської та кадастрової інформації для підтримки прийняття рішень органами влади. Світовий досвід довів, що найкращим способом представлення, зберігання та оброблення інформації, яка має просторову складову (географічну прив'язку), є геоінформаційні системи (ГІС).*

*Предложена ГИС бассейна реки Днестр с банком эколого-хозяйственной и кадастровой информации для поддержки принятия решений органами власти. Мировой опыт доказал, что наилучшим способом представления, хранения и обработки информации, которая имеет пространственную составляющую (географическую привязку), являются геоинформационные системы (ГИС).*

*The proposed GISD niesterbasin with Bank environmental and economic and inventory information to support decision-making authorities. International experience has shown that the best way to represent, store and process information that has a spatial component (geo-referenced), is a geographic information system (GIS).*

**Актуальність проблеми.** За умов нарощування антропогенного навантаження на природне середовище, розвитку суспільного виробництва і зростання матеріальних потреб виникає необхідність розробки і дотримання особливих правил користування водними ресурсами, раціонального їх використання та екологічно спрямованого захисту. У прикладних аспектах охорони та раціонального управління водокористуванням особливої уваги заслуговує створення інформаційного середовища - тематична обробка космоснімків в даних геоінформаційних та експертних систем різного рівня. Висока ефективність їх застосування обумовлена комплексністю оцінки еколого-санітарного стану поверхневих вод, а також параметрів, під впливом яких формуються ці стани. Вони характеризують динаміку основних процесів формування якості поверхневих вод.

© В.М. Триснюк, 2012

## Розділ 1. Екологічна безпека

До цих процесів відноситься забруднення поверхневих вод точковими та дифузними джерелами. Враховуючи світові тенденції сталого розвитку, проблема формування природно-техногенних водойм у Західному регіоні України є актуальною. Управління і контроль за використанням і охороною вод та відтворенням водних ресурсів охоплює великий спектр завдань [1]: забезпечення потреб населення і галузей економіки у водних ресурсах, ведення державного обліку водокористування та державного водного кадастру, здійснення гідроекологічного моніторингу водних об'єктів, здійснення заходів щодо екологічного оздоровлення поверхневих вод та догляду за ними, проектування, будівництво і експлуатація водогосподарських систем та об'єктів комплексного призначення, виконання заходів, пов'язаних із попередженням шкідливої дії вод і ліквідацією її наслідків, включаючи протипаводковий захист населених пунктів та земель, управління режимами роботи водосховищ комплексного призначення, водогосподарських систем і каналів тощо.

Для ідентифікації просторової складової ГІС-моделей адміністративних та басейнових утворень регіону можна використати два способи:

Через геоінформаційну карту: по нанесених на карту границях областей та районів легко з'ясувати які райони в яких областях, аналогічно — і щодо інших утворень. Другий спосіб варто застосовувати для ідентифікації інформаційної складової ГІС-моделей адміністративних та басейнових утворень регіону.

**Аналіз попередніх досліджень.** Проблеми моделювання гідроекологічної безпеки, на якій ґрунтуються екологічний аудит, екологічний моніторинг та екологічна безпека, розглянуті в багатьох опублікованих роботах. Для України велике значення щодо висвітлення проблем екологічної оцінки мають праці Волошина І.М., Адаменка О.М., Архипової Л.М., Гуцуляка В.М., Мокіна Б.І., Івано-ва Є.А. та багатьох інших дослідників.

Розгляд даної проблематики пов'язаний з теоретичними аспектами ряду наукових дисциплін (рекреаційної географії, ландшафтознавства, екології, соціальної психології, термодинаміки), що потребує їхнього цілісного використання.

**Виклад основного матеріалу.** Цифрова модель рельєфу (ЦМР) — це засіб цифрового представлення тривимірних просторових об'єктів (поверхонь, рельєфів).

Найбільш розповсюдженими способами цифрового представлення рельєфу є растрове представлення, векторне представлення та особлива модель просторових даних, заснована на мережі TIN (англ. — "Triangulated Irregular Network" — "Триангуляційна нерегулярна мережа"), що апроксимує рельєф багатогранною поверхнею з висотними оцінками (оцінками глибин) у вузлах трикутної мережі [2].

Формально, методи ідентифікації та візуалізації ЦМР можуть бути

застосовані і для роботи з поверхнями розподілу певних величин, наприклад, концентрацій речовин у створах регіону, котрі широко використовуються в тематичних картах. Значна складність будови долини Дністра дає можливість аналізувати подібні ряди різноманіть. Зокрема, для долини характерний надзвичайно різноманітний літологічний спектр порід, що відслонюються, з нетиповими, повнопрофільними, унікальними та із значною кількістю решток викопної фауни розрізами, особливо у східній частині каньйону. Глибоке вертикальне розчленування каньйону Дністра, наявність великих вузлів круто врізаних меандр і "меандрових" вузлів, широкий розвиток та різноманіття схилових місцевостей говорить про геоморфологічне різноманіття ландшафтів, яке водночас виступає передумовою кліматоресурсного ряду різноманіть. Оцінка вказаних вище різноманіть передбачає застосування параметрів функціонально-часового спрямування (функціональне, таксономічне, індивідуальне різноманіття).

При всіх варіантах оцінок природного різноманіття - різноманіття зв'язків, різноманіття просторових зв'язків, різноманіття ієрархічної організації, різноманіття елементарних територіальних одиниць - високі його значення ускладнюють господарське використання території, але водночас мотивують збереження ландшафтного різноманіття і визначають високу естетичну цінність. Зокрема, при високому значенні показника різноманіття відношень (на основі методу головних компонент), вирівняності потрібні значні зусилля на підтримку стійкого функціонування природно-господарської системи, що характерно і для досліджуваного регіону[5]. Території з високими значеннями показників різноманіття ієрархії, відносного багатства, різноманіття Шеннона сприятливі для організації рекреації. Показовими для визначення рекреаційної цінності долинних ландшафтів Дністра будуть індекси унікальності (інформативність) та фрагментації. Значне різноманіття просторових відношень Дністровського каньйону визначає естетичну цінність цієї території.

Растр — це прямокутний масив комірок одного розміру, які в сукупності є тематичними, спектральними або фотографічними даними. Основна перевага растрових карт над векторними полягає в їх неперервності. Векторні карти відображають дискретні об'єкти, а растрові — неперервні об'єкти, наприклад, рельєф місцевості.

Растровими даними є космічні знімки, скановані карти, фотографії тощо [3]. Приклад представлення рельєфу, отриманий за допомогою ГІС ArcInfo (ArcMap), подано на рис.1.

Створення кадастрових карт традиційними методами - складне і трудомістке завдання. Великі перспективи перед картографуванням природно-господарських систем у межах річкових територій відкриває використання матеріалів аерокосмічного знімання. Для аналізу структури землекористування, виявлення зон поширення природно-антропогенних процесів та ареалів геохімічного

## Розділ 1. Екологічна безпека

забруднення в межах районів розроблення корисних копалин варто застосовувати аерокосмічні методи [4].



*Рис. 1. Космічний знімок Дністрових долин із супутника Landsat 5*

Уся кадастрова інформація опрацьована за допомогою геоінформаційних технологій у програмному середовищі ArcGIS. Географічною основою для базгеоданих послужила цифрова карта регіону масштабу 1 : 200 000 із вказаними населеними пунктами, нанесеними залізницями, автодорогами, водотоками та іншими природними і техногенними об'єктами. Картографічна основа узгоджена із космознімками Spot DOI-10 і Landsat ETM+ із роздільною здатністю 10 і 30 м відповідно. Це дозволяло точніше дешифрувати досліджувані об'єкти та наносити їх на карту. Новим прогресивним методом вважають також повітряне лазерне сканування промислових об'єктів з одночасною прив'язкою через GPS-приймач до географічних координат. Матеріали знімання дають змогу створити 3D моделі

рельєфу із точністю 15–20 см та аерофотомозаїку масштабу 1 : 1 000–1 : 5 000, отримати інформацію про конструкційні й експлуатаційні параметри інженерних споруд і будівель, розрахувати технічні параметри гірничих об'єктів (кар'єрів, відвалів, відстійників тощо) за їхніми тривимірними моделями[6].

Створені регіональні бази геоданих є першим етапом у зборі та опрацюванні кадастрової інформації у регіоні. В подальшому, на їхній основі слід визначити функціональне призначення природно-господарських систем на території. Це дозволить зменшити ризик прояву небезпечних екзогенних процесів і забруднення складових природного середовища.

Важливою проблемою є оцінка масштабів, тенденцій та інтенсивності змін стану і режиму функціонування річкових систем, впливу цих змін на ризик небезпечних природних процесів та обґрунтування комплексу заходів для мінімізації їхнього негативного впливу на довкілля і людину. Зокрема, актуальними є наступні завдання:

- обґрунтування схеми та алгоритмів використання можливостей ГІС у дослідженнях річкових систем, розробка відповідної структури ГІС ;

- аналіз чинників функціонування річкових систем, їх впливу на стік води, розвиток ерозійно-аккумулятивних процесів у руслах, деградацію річок, ризик прояву небезпечних процесів;

- аналіз структури річкових систем, горизонтальних і вертикальних деформацій русел, визначення тенденцій, масштабів та інтенсивності цих процесів;

- геоінформаційний аналіз багаторічної динаміки стоку води і наносів, масштабів і тенденцій їх змін, визначення причин цих змін та оцінка їхніх еколого-географічних наслідків;

- обґрунтування заходів з оптимізації екологічного стану геосистем, попередження і регулювання розвитку небезпечних процесів.

Організаційна структура такої ГІС включає наступні блоки: збір, систематизацію, редагування даних, моделювання ретроспективного і сучасного стану геосистем та їх змін, синтез результатів, прогнозування еколого-географічного стану басейнових систем, обґрунтування пропозицій з його оптимізації. Головними тематичними блоками виступають: "система моніторингу екологічного стану басейнових систем", "умови і чинники функціонування басейнових систем", "структура і функціонування річкових і басейнових систем".

Нами опрацьований алгоритм досліджень басейнових систем з використанням ГІС- технологій, який включає наступні етапи: оцінку наявності і придатності інформації про стан і функціонування геосистем; збір, систематизацію даних і формування баз даних; моделювання і оцінку чинників функціонування басейнових геосистем; аналіз і моделювання режиму функціонування річкових систем і розвитку морфодинамічних процесів; аналіз змін режиму функціонування геосистем; оцінка потенціалу розвитку небезпечних процесів, а також ризику його

## Розділ 1. Екологічна безпека

реалізації; районування сточища та обґрунтування комплексу оптимізаційних, процесорегулюючих і захисних заходів.

З використанням створеної ГІС проаналізовані чинники функціонування річкових систем і розвитку небезпечних процесів у їх басейнах. У результаті геоінформаційного моделювання виявлені причинно-наслідкові зв'язки між явищами, оцінений вплив різних явищ і процесів на еколого-географічну ситуацію тощо. За результатами досліджень створюється геоінформаційна модель потенціалу розвитку небезпечних процесів у верхній частині сточища Дністра з можливістю інтерактивної актуалізації вхідних даних.

Окрім регіональних баз геоданих, створено локальні бази геокадастрової інформації, які включають дані щодо особливостей структури землекористування, виявлені зони розвитку небезпечних екзогенних процесів чи інші природно-господарські характеристики. Використання аерокосмічних та наземних методів вивчення природно-господарських систем є надзвичайно важливим при вирішенні актуальних питань їхнього обліку. Під час складання великомасштабних кадастрових карт (1 : 2 000 – 1 : 10000) точність дешифрування аеро- і космознімків зростає за умов одночасного проведення кадастрових досліджень на ключових ділянках. Вдале розміщення ключів дозволяє достовірніше інтерпретувати результати дистанційного зондування для великих територій.

**Висновки.** Дано поняття цифрової моделі рельєфу (ЦМР) та наведено типові її представлення за допомогою ГІС-технологій: растрове та векторне представлення. Зазначено, що методи ідентифікації та візуалізації ЦМР можуть бути застосовані і для роботи з поверхнями (цифровими матрицями) показників забруднення місцевості, наприклад концентрацій речовин у створах регіону, що широко використовується під час побудови тематичних карт. Стан геосистем в районі Дністра проаналізовано за допомогою серії аеро- і космознімків високої роздільної здатності, що відображали різні часові зрізи. Визначено підхід до паспортизації річок, що протікають у схожих гідрометеорологічних умовах, за моделями геоданих. Таким чином, є важливою розробка геоінформаційної системи басейну р. Дністра з банком еколого-водогосподарської та кадастрової інформації про водний фонд, водні ресурси, використання водних ресурсів, якість води тощо.

\* \* \*

1. Андрейчук Ю., Ковальчук І. Застосування ГІС для аналізу рельєфу басейнових систем (на прикладі р. Коропець)/ Ю.Андрейчук, І.Ковальчук // Геодезія, картографія і аерофотознімання. Міжвідомчий науково-технічний збірник. . – 2003. - №63. - С.183 -188.

2. Де Мере М.Н. Географические информационные системы/ М.Н. Де Мере. - Пер. с англ. - Москва: из-во «Дата+», 1999.

3. Книжников Ю.Ф. Аэрокосмическое зондирование. Методология, принципы,

проблемы/ Ю.Ф.Книжников. – М.: Изд-воМосков. ун-та, 2007.

4. Картографічне моделювання трансформації природного середовища людиною/ І.Ковальчук, Є.Іванов, Ю.Андрейчук, Н.Лобанська // Географія в інформаційному суспільстві: Зб. наук. праць. У 4-х т.: Мат-ли Х з'їзду УГТ. – К.: ВГЛ «Обрії», 2008. – Т. IV. – С. 65–66.

5. Триснюк В.М. Екологія Гусятинського району/ В.М.Триснюк. - Тернопіль. Тернограф. 2004.-219с.

6. Міщенко Л.В. Геоекологічне районування: наукова монографія за редакцією О.М. Адаменка / Л.В. Міщенко. - Івано-Франківськ : Симфонія форте, 2011. - 408 с.

**Отримано: 24.04.2012 р.**