

УДК 502.4:528.004

С.А. ЗАГОРОДНЯ

ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ ОЦІНКИ ПРИРОДНО-ЗАПОВІДНИХ ТЕРИТОРІЙ

***Анотація.** У статті представлено аналіз використання інформаційних технологій для створення моделей екологічного моніторингу, необхідних при вивченні і прогнозуванні екологічного стану та ймовірного антропогенного навантаження на природно-заповідні об'єкти за допомогою функціональних можливостей ГІС-технологій та методів ДЗЗ. Представлено результати використання геоінформаційних технологій, даних космічного моніторингу довкілля на прикладі дослідження Білоозерської ділянки Рівненського природного заповідника.*

***Ключові слова:** природно-заповідна територія, екологічна мережа, екологічний моніторинг, геоінформаційні системи, картографічна модель.*

Вступ

Питання охорони територій природно-заповідного фонду розглядаються як ключова складова концепції сталого розвитку та екологічної безпеки. Мережа природно-заповідних територій і об'єктів забезпечує збереження в природному стані типових та унікальних природно-територіальних комплексів в різних їх динамічних станах, генетичних ресурсів, біосферних та інших природних об'єктів [1, 2]. На сьогоднішній день в Україні отримання інформації про природно-заповідні об'єкти ускладнено відсутністю налагодженого механізму створення, збору, обробки і розповсюдження даних про їх стан та процеси, які в них протікають. Для ефективного контролю за станом навколишнього природного середовища важливо знати не тільки розташування природних (фонових) територій в природно-техногенній системі, а й характеристики таких об'єктів. Саме застосування ГІС-технологій дає можливість врахувати весь комплекс наявної інформації та ефективно аналізувати її. ГІС є сучасною комп'ютерною технологією для картографування та аналізу подій на цих об'єктах, що впливають на екологічну безпеку [3–5].

Постановка завдань досліджень

Основна інформація про природно-заповідні об'єкти міститься у вигляді щорічних книг Літопису природи і ґрунтується на відповідних наукових фондах (польові записи, щоденники, гербарні зразки, колекції, картки фенологічних та інших спостережень тощо). Решта матеріалу міститься в цифровому вигляді у спеціалізованих базах даних, доступ до цих ресурсів значно обмежений через їх погану структурованість, недостатню систематизованість та різномірний розподіл на web-порталах, в бібліотеках та архівах. Серед безлічі небезпечних наслідків нерозвиненості інформаційної системи можна виділити спотворення інформації, що часто призводить до прийняття некоректних управлінських рішень. Відповідно до законів України «Про природно-заповідний фонд» та «Про екологічну мережу», для

формування та відновлення довкілля, забезпечення екологічної безпеки, підвищення природно-ресурсного потенціалу території України, збереження ландшафтного та біорізноманіття оцінку природоохоронних об'єктів потрібно проводити на підставі всього комплексу наявної інформації, а саме: даних про місцезнаходження, склад земель, межі та загальну площу природно-заповідних територій; відомостей спеціально уповноважених органів виконавчої влади у сфері створення та збереження природно-заповідних територій; організацію та використання території в минулому; даних проєктів створення територій, матеріалів літопису природи, даних моніторингу та спеціальних робіт місць оселення та зростання цінних видів тваринного і рослинного світу; розвитку інфраструктури, транспортних шляхів сполучення, включаючи аспекти впливу на довкілля [2]. Ефективний і оперативний аналіз всієї інформації неможливий без використання сучасних досягнень геоінформаційних технологій [3, 5]. Широке використання геоінформаційних технологій для прийняття рішень у сфері управління та охорони природних ресурсів передбачено у Законі України «Про національну програму інформатизації». Наукові і методологічні засади створення і застосування інформаційних технологій для використання у сфері екологічної безпеки, природокористування, охорони довкілля розглянуто у працях фахівців С.О. Довгого, О.М. Трофимчука, Г.Я. Красовського, О.М. Маринича, М.О. Попова, В.В. Кошового, В.І. Мокрого. Доцільність використання інформаційних технологій для дослідження природоохоронних територій можна обумовити рядом чинників. В першу чергу проведення безпосередніх польових спостережень є достатньо дорогим. Також проведення лише польових методів виключає застосування єдиної системи методів, що ускладнює подальшу оцінку території та здійснення актуального прогнозу щодо розвитку природних процесів та впливу антропогенної діяльності.

Методологія досліджень

При проведенні дослідження використано методи спостереження (польові дослідження), аналіз і синтез, порівняння та аналогія, узагальнення. Для вирішення поставлених завдань було залучено методи космічного моніторингу, що зумовили необхідність дешифрування великого об'єму зображень. Побудова еколого-картографічних моделей здійснена в середовищі геоінформаційної системи. Методологію застосування геоінформаційних технологій розглянуто з точки зору системного підходу, який включає: збір, обробку та формалізацію інформації про стан природоохоронної системи, накопичення та обробку даних, їх інтерпретацію у графічній формі на електронних картах; обґрунтування прийняття управлінських рішень при умові розподілу задач за блоками: комплексний екологічний моніторинг (дистанційний, фоновий, контактний), дослідження динаміки змін природних територій, моделювання впливу прямих та опосередкованих факторів (рис. 1).

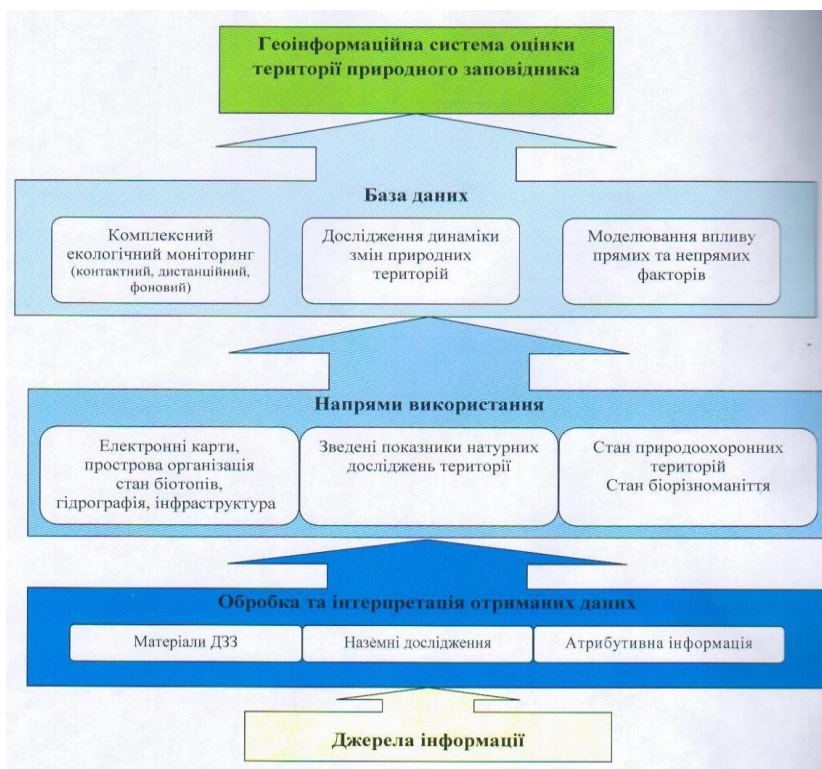


Рис. 1 – Схема методології геоінформаційної системи оцінки території природного заповідника

Результати досліджень

В якості прикладу комплексного застосування можливостей ГІС-технологій наведемо дослідження природоохоронної території Рівненського природного заповідника. Це другий за величиною природний заповідник в Україні та єдиний заповідник Рівненщини загальною площею 47 047 га [6]. Заповідник є важливою складовою екомережі, яким охороняються природні комплекси Полісся, має офіційний статус кандидата до Смарагдової мережі України. У його складі одне водно-болотне угіддя міжнародного значення (Рамсарське угіддя), одне ІВА-угіддя (територія, важлива для збереження видового різноманіття і кількісного багатства птахів та включена до мережі ІВА територій Європи), три масиви, що є в процесі надання статусу Рамсарських угідь [8]. Територія ПЗ розміщена в 4 районах Рівненської області – Володимирецькому, Сарненському, Рокитневському і Дубровицькому – та займає чотири окремі ділянки: «Білоозерський», «Сомине», «Переброди» та «Сира Погоня» (рис. 2).

Безпосередні дослідження проводились на території Білоозерської ділянки Рівненського природного заповідника. Особливостями даного об'єкта є те, що територія включає типові для Західного Полісся болота, одне з найбільших на Поліссі карстових озер – озеро Біле площею 453 га та болото Коза-Березина, які є перспективними на включення до Рамсарського списку [7, 8]. Разом з тим на Білоозерській ділянці присутній постійний антропогенний вплив. Дана природоохоронна територія безпосередньо межує

із населеними пунктами Білзька Воля, Рудка, Озірці, звідки відбувається захід місцевих жителів, проникнення свійських і домашніх тварин, шумовий вплив тощо. На озері Біле є зона рекреації з туристичною базою, де постійно відбувається рекреаційне навантаження не тільки на дозволений території, а й на заповідній частині озера, що призводить до накопичення великої кількості сміття та порушення функціонування екосистем [6].

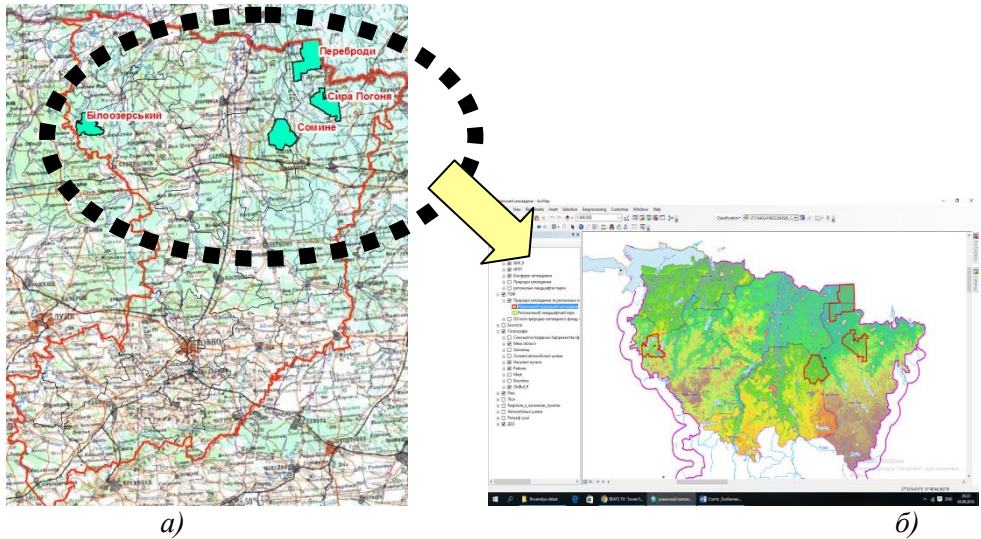
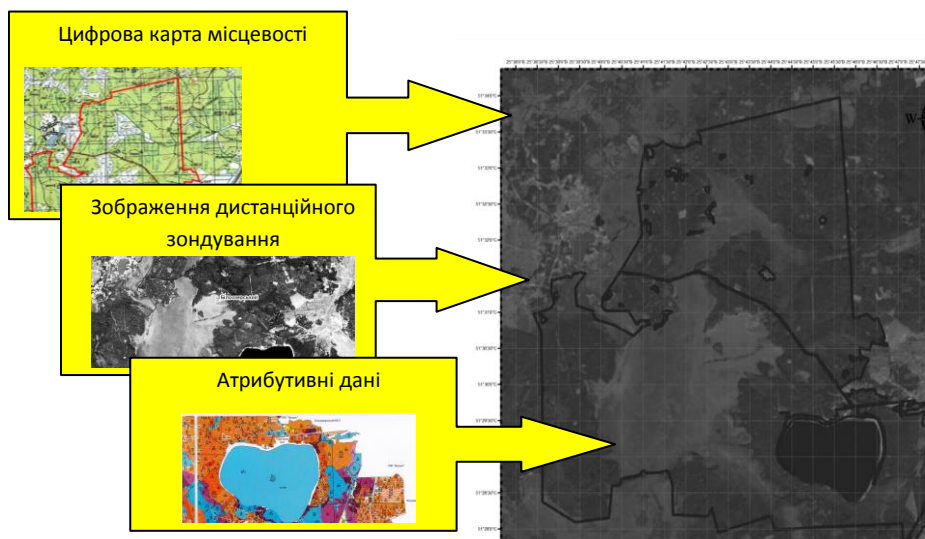


Рис. 2 – Розташування територій Рівненського природного заповідника на території Рівненської області, картографічна модель (а), робоче вікно ArcMap (б)

Геоінформаційними інструментами, що містить програмний комплекс ArcGIS 10.2.2, синтезовано картографічні моделі Білоозерської ділянки Рівненського ПЗ (рис. 3). Створено тематичні шари геопросторових даних та завантажено в геоінформаційну базу даних. У результаті отримано комплекс електронних картографічних моделей у ГІС-середовищі, які відображають стан біотопів території, рельєф, гідрологічну мережу, рекреаційні зони, ландшафти, розміщення територій водно-болотних угідь тощо. Побудова картографічної моделі винесених меж Білоозерської ділянки Рівненського ПЗ здійснена на основі оцифрованих кадастрових карт та планів за допомогою засобів ArcGIS з модулями ArcMap, Spatial Analyst та ArcMap/3DAnalyst, які включають в себе індивідуальний набір геопросторових тематичних шарів у векторній та растровій формах, а також атрибутивних даних у табличній та текстовій формах об'єкта дослідження [9]. Додатково в процесі роботи були використані топографічні карти (1:25000) та планово-картографічні матеріали Володимирецького району Рівненської області масштабу (1:10000). Допоміжними даними стали картографічні матеріали у цифровому вигляді, що використовуються для прив'язки зображень до місцевості, та дані наземних обстежень. Основним джерелом статистичної інформації є зведений звіт про екологічну ситуацію в області – «Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Рівненській області». Окрім кадастрових карт, атрибутивної інформації та наземних досліджень, для більш детального уточнення меж території та виділення ділянок, які не

підлягають охороні, було використано космічні знімки Landsat та Sentinel. Так, на рис. 3 представлено процес побудови тематичного шару ArcGIS із межами Білоозерської ділянки. За офіційними даними площа Білоозерської ділянки Рівненського природного заповідника складає 8036,5 га [6]. За результатами ГІС-аналізу було встановлено, що площа досліджуваної природно-заповідної території становить 8051,5 га, що на 15 га більше. Особливу увагу слід звернути на нецілісність заповідної території із значною кількістю ділянок, які не є підпорядкованими адміністрації заповідника, за рахунок цього відбувається значний антропогенний та рекреаційний вплив. Таке розташування дає підстави стверджувати, що територія, яка має найвищий природоохоронний статус, зазнає дії впливу антропогенних факторів. Антропогенний вплив порушує функціонування цінних болотних та лісових комплексів, які слугують акумуляторами природності територій, запасами прісної води та стабілізують природні екосистеми в цілому.



а) б)
Рис. 3 – Побудова шару ArcMap (а) із винесеними межами території Білоозерської ділянки Рівненського ПЗ та результат картографічної моделі (б)

Окрім візуалізації зображення, побудована картографічна модель є основою для оцінки стану природності досліджуваної території, складання набору цифрових тематичних карт в середовищі ГІС. Для здійснення оцінки складових досліджуваної природоохоронної території, забезпечення екологічної безпеки та попередження негативного впливу, необхідно детально та системно проаналізувати стан природно-заповідної території із застосуванням методів ДЗЗ та ГІС-технологій. На рис. 4 продемонстровано побудову шарів ArcGIS та бази даних стану лісових ресурсів досліджуваної території на основі таксаційного опису земельних ділянок лісового фонду станом на 2015 рік та літотаксаційної карти. Даний опис враховує площі окремих ділянок з характеристикою деревостанів та підліску на вкритих лісовою рослинністю територіях, додатково враховано вік, стан рослин та деревини. Побудовані картографічні моделі дозволяють здійснити детальну оцінку лісових ресурсів території за допомогою спеціальних інструментів ArcGIS.

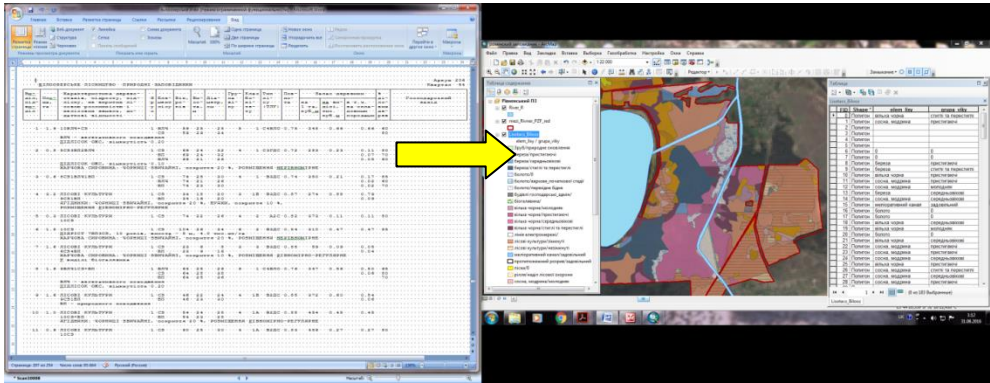


Рис. 4 – Побудова шару ArcMap літотакація Білоозерської ділянки Рівненського ПЗ

Вся просторова інформація внесена в базу геоданих ArcGIS. Для зберігання даних в цій системі використані «персональні бази геоданих». Така організація даних на етапі початкового формування ГІС має ряд переваг – дозволяє окремо формувати і редагувати просторові дані в ArcGIS і атрибутивну інформацію. Побудовані актуальні картографічні моделі дозволять чітко визначати потрібні ділянки лісу, допомагати з вибором місць рекреаційного навантаження, контролювати вплив антропогенних факторів на лісові ресурси.

Висновки

Отже, розроблення наукових і методологічних засад створення і застосування інформаційних технологій для автоматизованого збору, переробки, аналізу та візуалізації інформації, організація доступу до тематично розподілених баз даних природно-заповідних об'єктів через «єдине вікно» інформаційно-аналітичної системи управління природно-заповідними територіями дозволить підвищити ефективність функціонування системи ведення фонових моніторингу навколишнього природного середовища та прийняття управлінських рішень у сфері охорони та раціонального використання природних ресурсів. Практичне втілення цих підходів може бути використане при розробці екомережі, яка розглядається як комплексна багатофункціональна система, що складається з багатьох елементів, пов'язаних між собою складними та опосередкованими зв'язками, основна мета якої полягає у збереженні біо- та ландшафтного різноманіття, стабілізації екологічної рівноваги, підвищенні продуктивності ландшафтів, покращенні стану довкілля та забезпеченні екологічної безпеки території. Отримані результати необхідні для визначення ресурсного потенціалу природно-заповідних територій, можливостей їх використання в рекреаційно-господарському комплексі, збереження в природному вигляді та обґрунтування доцільності їх створення та розширення. Також можливість впровадження інформаційних технологій в систему управління природоохоронними об'єктами суттєво вплине на додержання режиму охорони територій та об'єктів екологічної мережі та дозволить вдосконалити заходи щодо екологічного контролю та розвитку системного екологічного моніторингу довкілля.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Закон України «Про природно-заповідний фонд України» від 16.06.1992 – № 2456-ХІІ [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/2456-1>
2. Закон України «Про Загальнодержавну програму формування національної екологічної мережі України на 2000–2015 роки» від 21.09.2000 р. – № 1989-ІІІ [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/1989-14>.
3. Інформатизація аерокосмічного землезнавства / [Довгий С.О., Лялько В.І., Трофимчук О.М., Федоровський О.Д. та ін.]. – Київ.: «Наукова думка», 2001. – 606 с.
4. Сучасні інформаційні технології екологічного моніторингу Чорного моря. / [Довгий С.О., Красовський Г.Я., Радчук В.В., Трофимчук О.М., Андреев С.М. та інш.] – К.: Інформаційні системи. – 2010. – 260 с.
5. Трофимчук О.М., Красовський Г.Я., Радчук В.В., Мокрий В.І. Інформаційно-аналітичні технології дослідження озер Шацького НПП // Збірник наукових статей. ІІІ Всеукраїнський з'їзд екологів з міжнародною участю, Вінниця, 21-24 вересня 2011 р., Т.1. – С. 130–133.
6. Літопис природи Рівненського природного заповідника. – Т. 1-3. Сарни, 2001-2003.
7. Андриенко Т.Л., Шеляг-Сосонко Ю.Р. Растительный мир Украинского Полесья в аспекте его охраны. – К: Наукова думка, 1983. – 216 с.
8. Волошинова Н.О., Бачук В.А. Дослідження в Рівненському природному заповіднику // Науковий вісник Волинського державного університету ім. Л. Українки. – Луцьк: РВВ „Вежа”, 2004. – С. 26–28.
9. ArcGis Geostatistical Analyst. Руководство пользователя: Пер. с англ. / К. Джонсон, Д.М. Хоеф, К. Криворучко, Н. Лукас. – М.: Дата +, 2002. – 278 с.

Стаття надійшла до редакції 24.10.2016