

Глухонець А. О., к.т.н., доцент, Морозова Т. В., к.б.н., доцент, Морозов А. В., аспірант, Кобзиста О. П., к.б.н., доцент, Самойленко І. В. (Національний транспортний університет, м. Київ), Стецюк Л. М., к.с.-г.н., доцент (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне, tetiana.morozova@ukr.net)

ВИКОРИСТАННЯ ГІС ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ МОДЕРНІЗАЦІЇ СИСТЕМ МОНІТОРИНГУ ОБ'ЄКТІВ ПРИРОДНО-ЗАПОВІДНОГО ФОНДУ УКРАЇНИ

Природно-заповідний фонд (ПЗФ) має особливу природоохоронну, наукову, естетичну, рекреаційну цінність, створений для збереження природного різноманіття ландшафтів, генофонду популяцій, підтримки загальної екологічної рівноваги та фонового моніторингу довкілля. Для моніторингу об'єктів ПЗФ формується сучасна база даних. У цьому контексті особливого значення мають ГІС-технології і геоінформаційне забезпечення, необхідне для створення відповідної бази даних. Моніторинг об'єктів ПЗФ потрібен для вивчення природних процесів, спостереження за їх змінами, складання екологічного прогнозу, розробки науково обґрунтованих рекомендацій щодо підвищення ефективності використання земель, побудови систем охорони і відновлення природних ресурсів, біоти та особливо цінних об'єктів.

У статті розглянуто основи геоінформаційних технологій, та їх використання у сфері екології та охорони довкілля. Описані джерела одержання екологічної інформації. Наведені основні положення та структура географічних інформаційних систем. Викладені базові поняття створення картографічних онлайн сервісів для десктопів та смартфонів присвячених візуалізації території об'єктів охорони, зокрема, розміщення біоти та інших об'єктів інтересу відвідувачів. Проаналізовані і узагальнені методики моніторингу заповідних територій із застосуванням ГІС.

Удосконалено методику моніторингу біоти на території об'єктів природно-заповідного фонду. Запропоновано алгоритм збирання просторових даних користувачами за допомогою веб-форм, упорядкування структури баз даних, створення карт засобами ГІС (QGIS), аналізу та прийняття управлінських рішень.

Апробовано методику створення баз даних в форматі OSM. Здійснено введення інформації щодо розміщення вікових дерев вздовж екостежки «Мурафська дача» на території НПП «Слобожанський» за допомогою програмного забезпечення NextGis Mobile та Openstreetmap.

Надано пропозиції для Мінприроди, науковців, та установ ПЗФ щодо вдосконалення ГІС та основні напрямки їх розвитку застосування в заповідній справі: доступ через вебмережу до моніторингової інформації про об'єкти та території ПЗФ; створення і затвердження стандартів ISO, щодо геоінформаційної обробки екоданих; створення методичних рекомендацій, класифікаторів атрибутивної інформації для створення єдиної бази даних флори, фауни і ландшафтів у межах ПЗФ.

Ключові слова: геоінформаційні технології; природно-заповідний фонд; екологічний моніторинг; екосистеми.

Постановка проблеми. Використання сучасного технічного та програмного інструментарію (геоінформаційних систем, безпілотних літальних апаратів, мобільних пристроїв) для навігації та збору даних наразі набуває все більшої актуальності. Це першочергово обумовлено їхнім розвитком від мейнфреймів до сучасних ВебГІС, тісно пов'язаних із розвитком інформаційно-комунікаційних технологій. Базисом є геоінформаційна модель, яка дозволяє абстрагувати і структурувати різноманітні види геоінформації.

Складна, багатокомпонентна система ГІС, по суті є інструментом для вирішення спеціальних завдань: ефективного внесення, зберігання, відновлення, обробки, аналізу та прогнозування наслідків та візуалізації географічно прив'язаної інформації. Використовується для вирішення практичних завдань, зокрема, забезпечення екологічної безпеки й збалансованого розвитку регіонів.

ГІС працюють із векторними та табличними даними, наявна інформація у вигляді картографічного подання, оптимального для кожного конкретного завдання, а також інформація від датчиків в реальному часі. Інформація подається у вигляді шарів і відображається на веб картах. Абстрагування дозволяє максимально зібрати інформацію з різних джерел і узагальнити її у вигляді веб карти. Це дає можливість використовувати відкриті сервіси та інтегрувати їх у новий проєкт. По суті – це нова архітектура, що дозволяє використовувати та інтегрувати традиційні методи, формуючи автоматизовану

систему управління, яка може керуватися мобільними пристроями. Таким чином, реалізується нова парадигма всезагального доступу до географічної інформації та можливості використовувати її для різних цілей.

Зібрана воедино в зручній для аналізу формі, інформація про біорізноманіття, адміністративний, господарський, ландшафтний, геоморфологічний устрій територій є основою для ефективного планування й управління природно-заповідного фонду, встановлення системи моніторингу. Питання щодо моніторингу об'єктів ПЗФ відповідають концептуальним принципам Стратегії сталого розвитку України до 2030 року [14]. Це, в свою чергу, дозволить збільшити площу територій заповідання, забезпечити збереження, відновлення та збалансоване використання наземних і прісноводних екосистем, вжити кардинальних заходів щодо припинення деградації природних оселищ, мінімізувати втрати біо- та ландшафтного різноманіття.

Управління територіями ПЗФ вимагають оперування знаннями не тільки в царині біології, екології і менеджменту, а й широке використання технічних засобів керування і візуалізації різноманітних даних (зокрема просторових). Головним інструментом управління просторовими даними є геоінформаційні системи (ГІС). Для цього необхідно розглянути організаційні засади створення автоматизованих систем моніторингу для управління об'єктами ПЗФ.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Зростання масштабів господарської діяльності людини, бурхливий розвиток науково-технічного прогресу посилили негативний вплив на природу, призвели до розбалансованості екологічної рівноваги на планеті. Питання збереження природи переросли в проблему виживання цивілізації, а отже, в кризу переходу від стихійного розвитку локальних цивілізацій, до світової цивілізації, довгострокове існування якої можливе лише в межах чітко заданих навантажень на природні комплекси [8].

Сучасні геоінформаційні системи мають широкий спектр можливостей, однак у зв'язку з постійним розвитком технологій і всезростаючими вимогами до інформаційних систем є необхідність їхнього удосконалення через ускладнення розрахунків, збільшення транзакцій за одиницю часу, отримуючи більшу точність і достовірність результатів. Питання використання сучасних інформаційно-комунікаційних технологій для створення нових механізмів удосконалення геоінформаційних систем досліджували А. Берлянт, Н. Коновалова, Е. Карпов., А. Біатов Серед зарубіжних науковців роз-

глядали та досліджували застосування ГІС Д. Мартін, П. Тейлор, М. Ваховіч та інші. Проте особливості застосування геоінформаційних технологій та умови впровадження їх в управління територіями ПЗФ у науковій літературі висвітлено недостатньо.

Мета і завдання дослідження. Визначення напрямів модернізації використання ГІС для моніторингу об'єктів та територій ПЗФ України для проектування і забезпечення діяльності.

Виклад основного матеріалу дослідження. Загальні правові основи організації, охорони, ефективного використання ПЗФ України, відтворення його природних комплексів та об'єктів регулюються Законом України, в якому визначені основні цілі створення ПЗФ [13]: збереження природного різноманіття ландшафтів та генофонду тваринного і рослинного світу; підтримання загального екологічного балансу; забезпечення фонового моніторингу довкілля.

Моніторингові дослідження дозволяють виявляти негативні чинники, охарактеризувати зв'язки між компонентами екосистем та спостерігати природні процеси одночасно на великих територіях. Моніторинг популяцій тварин і рослин – одне з основних завдань наукової діяльності на територіях ПЗФ [7]. Особлива увага приділяється видам Червоної книги України; видам з додатків 1, 2 і 3 до Конвенції про охорону дикої флори і фауни та природних середовищ існування у Європі (Бернської Конвенції) та з додатку 1 Резолюції №6 (1998) даної Конвенції; рослинним угрупованням, занесеним до Зеленої книги України; природним оселищам (біотопам), що підлягають збереженню з додатку Резолюції 4 (1998) до Бернської Конвенції.

Важливою складовою є планування рекреаційної діяльності парку: проектування екологічних стежок і туристичних маршрутів; визначення рекреаційного навантаження; виділення ділянок несанкціонованої рекреаційної діяльності; моделювання зон видимості туристичних стоянок на маршруті. А П. Біатов [2–4] розробив проєкт структури геоінформаційного забезпечення на прикладі Національного природного парку (рис. 1).

Однак, варто зазначити, що широкому використанню ГІС перешкоджає різноманітність форм зберігання вихідних даних (описів, карт, картосхем, баз даних), низька доступність первинних даних, а також висока трудомісткість підготовки базової системи, що містить основні шари ГІС [3].

ГІС-проєкт об'єкта природно-заповідного фонду призначений для формування та відображення тематичних даних, що містять гра-

фічну й атрибутивну інформацію. Крім того, є можливість формувати тематичні карти щодо особливостей території (водні об'єкти, рідкісні тварини та рослини, природно-територіальний комплекс та його функціональна структура, землекористування, населені пункти, шляхи сполучення).



Рис. 1. Проект структури геоінформаційного забезпечення НПП [2–4]

Алгоритм конструктивно-географічного моніторингу національних природних парків, запропонований А.П. Біатовим [4] та удосконалений нами (рис. 2) дає можливість обґрунтувати виділення меж природних парків та організації їхньої території. З використанням сучасних ПС-технологій усі вихідні дані заносять до геоінформаційної бази даних. Для цього вони мають бути структуровані та географічно прив'язані.

Вивчення сучасної ландшафтної структури парку дає можливість для визначення стійкості, привабливості та інформативності й розрахунку антропогенної змінності природно-територіальних комплексів. Карта природно-територіальних комплексів дозволяє найповніше охарактеризувати територію та врахувати її природні особливості й різноманіття [3].

Одним із пріоритетних напрямків роботи наукового відділу НПП є проведення польових досліджень, методом закладання моніторингових площадок, які мають велике практичне значення для систематичного ведення моніторингової роботи. Польові дослідження передбачає безпосередню участь дослідника в зборі необхідної первинної інформації. Це достатньо трудомісткий процес. При такому дослідженні складається анкета, формується вибірка, а потім аналізуються та інтерпретуються дані.

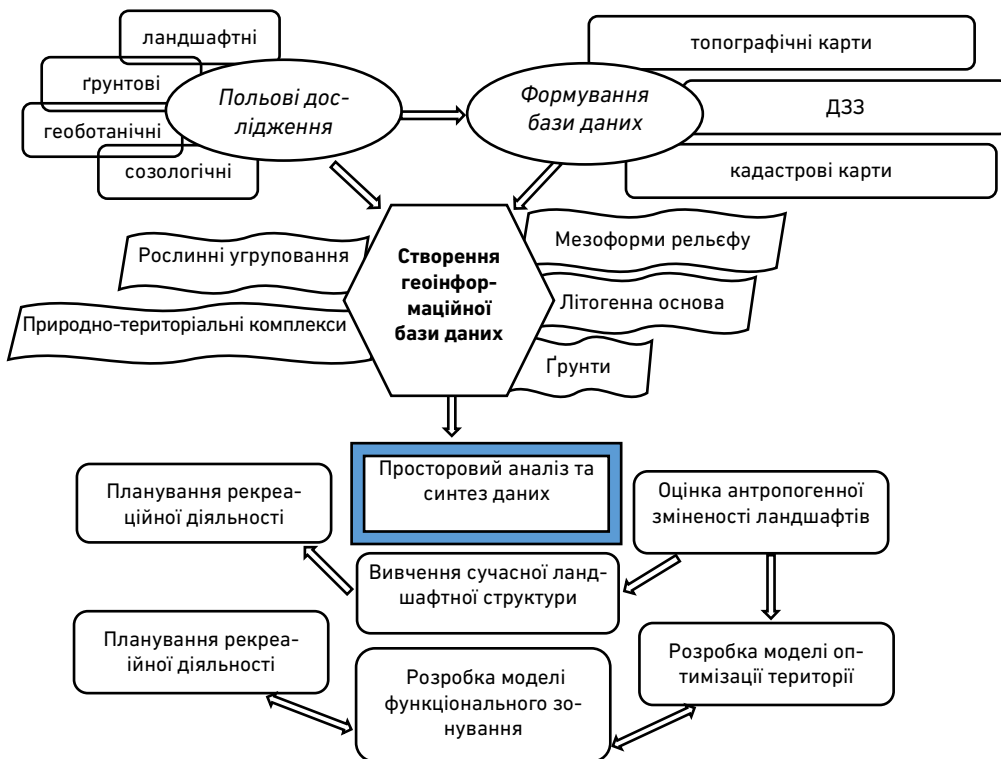


Рис. 2. Алгоритм конструктивно-географічного забезпечення моніторингу національних парків засобами геоінформаційних технологій

Система спостережень будується на основі вимірювань на регіональних станціях фонових моніторингу, а також на пунктах постійного спостереження, розміщених на території суб'єктів моніторингу у певному порядку з урахуванням басейнів рік, геоботанічного та ландшафтного районування, умов вологомасопереносу, інтенсивності антропогенних навантажень. Організація моніторингової роботи

має важливе значення не тільки з точки зору збереження біорізноманіття, але і для прийняття ефективних заходів щодо управління, раціонального використання, відтворення і охорони рослинного та тваринного світу [4]. Отримані матеріали із моніторингових площадок дають змогу проаналізувати характер змін чисельності популяцій та фенологічні спостереження.

Таким чином, ГІС-технології з одного боку, дають можливість провести моніторинг природозаповідних територій з огляду на їхнє використання в господарській діяльності та рівень антропогенної змінності, а з іншого – спроектувати парк з урахуванням природних особливостей території, зокрема, ландшафтного й біологічного різноманіття, що є ключовими під час функціонування природоохоронних об'єктів.

Важливою характеристикою даних про ПЗФ є просторове розміщення об'єктів, процесів, подій, тому інформаційна система ПЗФ – це геоінформаційна система. ГІС на відміну від інших інформаційних систем, більшою мірою використовує спеціалізовані формати геопросторових баз даних, картографічні інтерфейси.

Дослідження проводили на території Національного природного парку «Слобожанський», який створено відповідно до Указу Президента України № 1047 від 11 грудня 2009 року. Парк є об'єктом природно-заповідного фонду загальнодержавного значення, що розташований на території Краснокутського району Харківської області. Площа НПП становить 5244 га [10].

Зазвичай, дослідження території має кілька етапів, що являють собою замкнену ланку, результатом якої є карти досліджуваної території. За класичною методикою, дослідження включає камеральний і польовий етапи. Польовий етап передбачає перевірку укладеної в камеральних умовах карти на достовірність. Камеральний етап дослідження передбачає аналіз результатів рекогностування території, літературних та фондових матеріалів, даних ДЗЗ, результатом якого є укладання карти-гіпотези. Завершальним етапом є укладання карти території дослідження в камеральних умовах.

Для організації моніторингу популяцій ключових видів флори чи фауни пропонуємо використовувати схему, представлену на рис. 3. Запропонована схема моніторингу дозволяє організувати зручне зберігання і аналіз даних. Регулярне заповнення атрибутивних таблиць дозволить відстежувати стан популяцій ключових видів флори та фауни чи інших досліджуваних об'єктів і оперативно виявляти зміни.

Використання *NextGIS Mobile* дозволяє суттєво скоротити тривалість польових досліджень і час обробки даних на камеральному етапі, результатом польових досліджень з використанням *NextGIS Mobile* є база даних просторово прив'язаних точок дослідження типових біоценозів та ландшафтів.

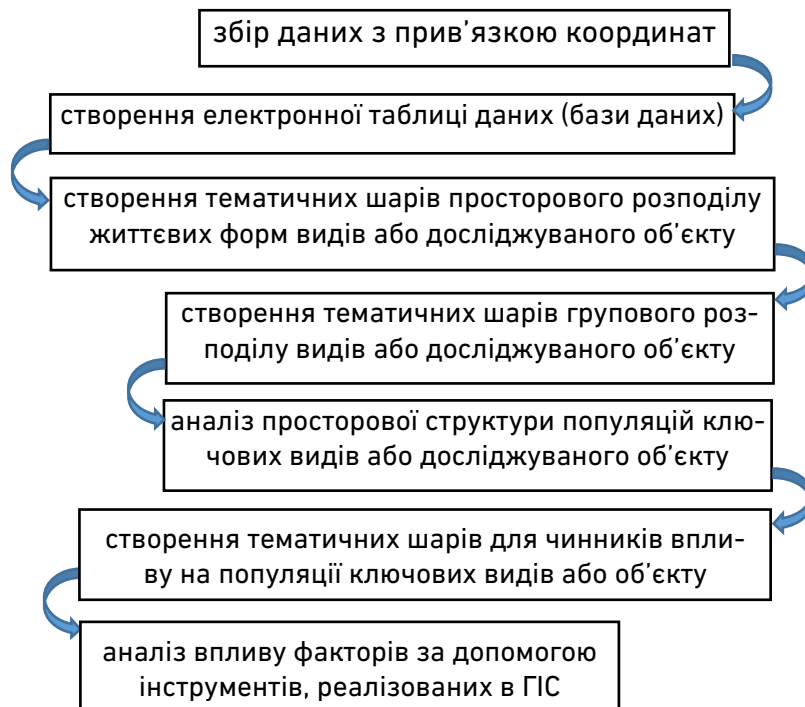


Рис. 3. Схема моніторингу популяцій ключових видів флори чи фауни

Серед недоліків використання можна назвати такі: залежність від технік, тривалий час створення бази даних для польового збору та її громіздкість; унікальність набору доменів для певної території.

Створення електронної таблиці даних (або бази даних). Всі польові дані формуються в текстовому файлі з розширенням .CSV, що потім перетворюються в електронну таблицю з організованими даними відповідно до задач та цілей дослідження.

Можна провести аналогію між елементами реляційної моделі даних і елементами моделі «сутність-зв'язок». Реляційні відносини відповідають наборам сутностей, а кортежі – сутностям. Тому, як і в

моделі «сутність-зв'язок», стовпці таблиці, являють собою реляційне відношення і їх називають атрибутами.

Модель «сутність-зв'язок» призначена для графічного зображення сутностей певної предметної області, їх параметрів та зв'язків між ними. Модель «сутність-зв'язок» називають ER-модель (*entity-relationship*), а процес її побудови – ER-моделювання / семантичне моделювання. Діаграми сутність-зв'язок дозволяють використовувати наочні графічні позначення для моделювання сутностей та їх взаємозв'язків [19].

Діаграма «сутність-зв'язок» дозволяє знайти об'єкти предметної області. Узагальнений розгляд об'єктів (типізація) дає можливість виділити множину об'єктів однакової структури і поведінки. У результаті формуються класи (абстракція), що відповідає певному набору об'єктів [5]. Центральним класом моделі є «точки збору даних». Передбачається, що збір даних буде здійснюватися за допомогою інстальованих на смартфонах відвідувачів програм. Ми пропонуємо застосунок через інтерфейс спеціальних веб-додатків, NextGIS Mobile.

Створення тематичних шарів в ГІС. Основою візуального представлення даних за використання ГІС-технологій є графічне середовище, основу якого становлять векторні й растрові (коміркові) моделі. Дані інтегрують у вигляді тематичних точкових шарів. Кожна точка відповідає зустрічі або знахідці досліджуваної життєвої форми флори чи фауни або іншого досліджуваного об'єкта. Візуалізація цієї інформації дозволяє оцінити просторовий розподіл окремих груп життєвих форм, екологічну нішу виду, визначити території, що надаються найбільшому впливу на природні комплекси [4].

Для укладання карти запропоновано використання програмного продукту NextGIS QGIS (повнофункціональна ГІС), призначена для створення і редагування даних, карт, виконання аналітичних операцій. Інтерфейс користувача представлено на рисунку 4.

На основі даних щодо розміщення об'єктів картографування створюється тематичний векторний шар. Такі дослідження дозволяють оцінити життєвонеобхідні/найважливіші території для флори, фауни, об'єктів, проаналізувати використання ділянки тваринами чи рослинами, планувати господарські заходи з урахуванням мінімального впливу на біоту [2].

Створення тематичних шарів для факторів, які впливають на популяції. Можна створювати тематичні шари лісових масивів, водних об'єктів, вирубок, населених пунктів, лісових доріг для території НПП.

Аналіз впливу факторів за допомогою інструментів, реалізованих в ГІС. Залежно від поставлених завдань підбираються методи просторового аналізу, які найкращим чином будуть виявляти вплив тих чи інших факторів.

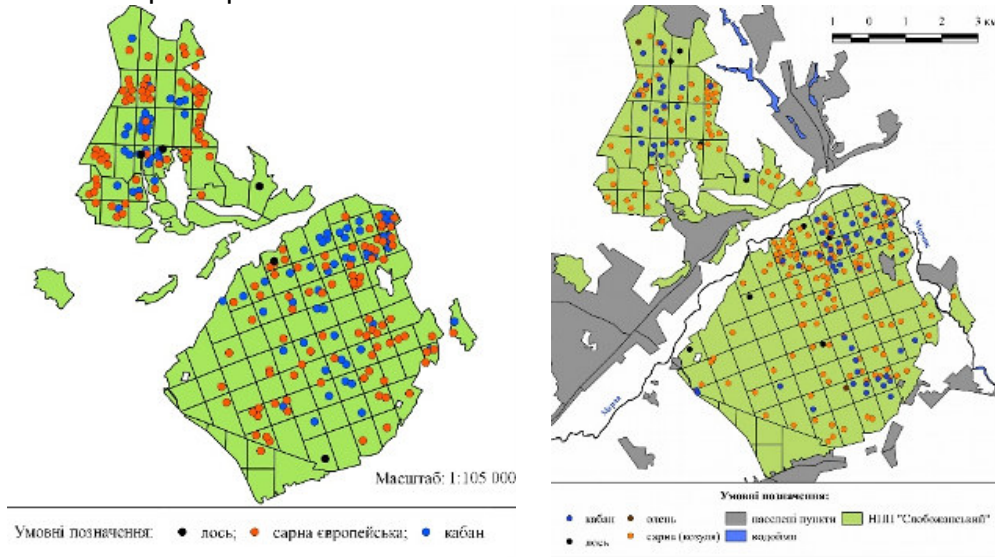


Рис. 4. Відображення просторової структури популяцій

Розробка стратегії розвитку будь-якого ієрархічного рівня включає такі етапи: збір даних, формулювання візії, планування і впровадження стратегічних кроків, оцінка досвіду й оновлення планувальних документів. Наразі, результати моніторингу, зазвичай, оформлені у табличній або текстовій формі. Слід зауважити, що ефективність використання зібраних даних суттєво зростає, якщо вони представлені у просторі (картографічно звізуалізовані). Тобто, у системі моніторингу важливе місце повинно відводитися картографічній підсистемі – побудові й аналізу картографічних матеріалів різного змісту, найчастіше, засобами геоінформаційних технологій. У Законі України про «Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність» картографічний моніторинг визначено, як систему безперервного спостереження за земною поверхнею з метою вивчення стану місцевості [15].

Для прикладу ми виконаємо картографічне моделювання введення інформації щодо розміщення вікових дерев вздовж екостежки «Мурафська дача» на території НПП «Слобожанський» (рис. 5). Використавши в якості основи карту OpenStreetMap роздільною здатністю

0,5 м, визначено територію (площа 2.6 км), яку займає екостежка «Мурафська дача» в межах НПП «Слобожанський». Цю територію займає високопродуктивний дубовий деревостан природного насінневого походження у вологій кленово-липовій діброві. Червоною стрічкою позначено лісостежку «Мурафська дача», графічними деревами показано вікові дерева.

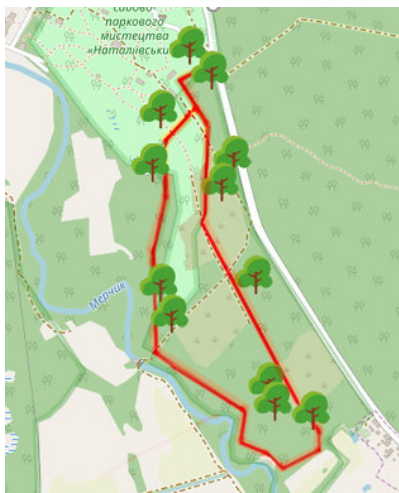


Рис. 5. Вікові дерева на екостежці «Мурафська дача»

Перевагою використання ГІС у картографуванні є скорочення часу камеральних і польових робіт за рахунок часткової автоматизації ряду операцій, точна просторова й часова фіксація, що дає змогу перевірити матеріали спостережень, повторити їх в інший сезон.

Екологи на основі просторово прив'язаної інформації можуть вирішувати завдання різного спектру: аналізувати зміни у довкіллі під впливом природних і техногенних факторів; раціонально використовувати природні ресурси; мінімізувати збитки та запобігати

виникненню техногенних катастроф; мінімізувати соціальні ризики.

В результаті аналізу досвіду використання ГІС в заповідній справі: міжнародний та державний рівень, було визначено постійне зростання частки картографічних онлайн сервісів для десктопів та смартфонів присвячених візуалізації території об'єктів охорони та розміщення біоти та інших об'єктів інтересу відвідувачів. Проаналізовані і узагальнені методики моніторингу заповідних територій із застосуванням ГІС. Незважаючи на переваги застосування ГІС для збирання, упорядкування і застосування просторової екоінформації наявні певні проблеми щодо організації моніторингу з застосуванням ГІС. Зокрема, відсутність

- ✓ координації фінансування між Мінприроди та виконавцями;
- ✓ методичних рекомендацій на державному рівні щодо моніторингу;
- ✓ системи кваліфікаційного підбору та професійної підготовки кадрів для геомоніторингу;

✓ моніторингу стану мережі об'єктів та територій ПЗФ, а також низька проінформаність населення про об'єкти та території ПЗФ, їх мету й завдання та проблеми у сфері стандартизації (держстнд/ISO просторові дані, геоматика – не пристосовані до екологічних задач).

Здійснено окремі кроки щодо розроблення методики моніторингу біоти на території об'єктів природно-заповідного фонду. Запропоновано алгоритм збирання просторових даних окремими користувачами за допомогою веб-форм, упорядкування структури баз даних, створення карт засобами ГІС (QGIS), аналізу та прийняття управлінських рішень.

Апробовано методику створення баз даних в форматі OSM. Здійснено введення інформації щодо розміщення вікових дерев вздовж екостежки за допомогою програмного забезпечення NextGIS Mobile та Openstreetmap.

Для Мінприроди, науковців, та установ ПЗФ надано пропозиції, вдосконалення та основні напрямки розвитку застосування ГІС в заповідній справі: доступ через вебмережу до моніторингової інформації про об'єкти та території ПЗФ; створення і затвердження стандартів ISO, щодо геоінформаційної обробки екоданих; створення методичних рекомендацій, класифікаторів атрибутивної інформації для створення єдиної бази даних флори, фауни і ландшафтів у межах ПЗФ.

Висновки. ГІС-технології дають можливість проєтувати території ПЗФ з урахуванням природних особливостей, господарської та антропогенної змінності. Веб ГІС – це мережевий варіант інформаційної структури, де доступ до інформації відкрито всім, що особливо актуально в умовах діджиталізації в Україні. Перевагою використання ГІС у ландшафтному картографуванні є скорочення часу камеральних і польових робіт за рахунок часткової автоматизації ряду операцій, точна просторова й часова фіксація, що дає змогу перевірити матеріали спостережень, повторити їх в інший сезон.

1. Андрейчук Ю. М. ГІС в екологічних дослідженнях та природоохоронній справі. Л. : WWF, 2015. 286 с. 2. Біатов А. П. ГІС і заповідні території : матеріали I науково-методичного семінару. Х. : ТОВ «Друкарня Мадрид», 2013. 50 с. 3. Біатов А. П. ГІС і заповідні території : матеріали III науково-методичного семінару. Х. : ТОВ «Друкарня Мадрид», 2016. 110 с. 4. Біатов А. П. Досвід накопичення наукових даних, адаптованих для візуалізації ГІС на територіях природно-заповідного фонду. Х. : Гола Пристань: українське територіологічне товариство, 2012. 15 с. 5. Буй Д. Б. Формалізація моделі «Сут-

ність–зв’язок»: монографія К. : КНУ ім. Т. Шевченко, 2011. 175 с. **6.** Букша І. Ф. Інверитаризація та моніторинг лісових екосистем на території ПЗФ. *В міжнар. наук.-практ. конф.* : зб. наук. ст. Х. : ВД Райдер, 2009. С. 92–98. **7.** Ляшенко Д. О. Геоінформаційне картографування в Україні. К. : Наукова думка, 2011. 102 с. **8.** Мокін В. Б. Геоінформаційні системи в екології. В. : ВНТУ, 2014. 194 с. **9.** Офіційний сайт компанії NextGIS Mobile. URL: <http://nextgis.ru/nextgis-mobile/> (дата звернення: 04.05.2022). **10.** Офіційний сайт НПП «Слобожанський». URL: <http://slobozhanskyi.in.ua/> (дата звернення: 04.05.2022). **11.** Офіційний сайт проекту «Природоохоронні ГІС України». SCGS. URL: <https://scgis.org.ua/> (дата звернення: 04.05.2022). **12.** Про охорону навколишнього природного середовища : Закон України від 25.06.1991 р. № 1264-XII: станом на 01 січня. 2022 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12#Text> (дата звернення: 09.09.2022). **13.** Про природно-заповідний фонд України : Закон України від 16.06.1992 р. № 2457-XII: станом на 08 серп. 2021 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2456-12#Text> (дата звернення: 08.09.2022). **14.** Про Стратегію сталого розвитку України до 2030 року : проект Закону України від 07.08.2018 № 9015. URL: <https://ips.ligazakon.net/document/JH6YF00A?an=332> (дата звернення: 08.09.2022). **15.** Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність : Закон України від 23.12.1998 р. № 353-XIV станом на 20 серп. 2021 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/353-14#Text> (дата звернення: 09.09.2022). **16.** Про Національну інфраструктуру геопросторових даних : проект Закону України № 7523 від 23.01.2018. *Відомості верховної ради України*. 2018. К. : Пралам. вид-во, 2018. 10 с. **17.** Середньостроковий план пріоритетних дій Уряду до 2020 року. К. : Пралам. вид-во, 2017. 367 с. **18.** Творошенко І. С. Геоінформаційні системи в задачах моніторингу : конспект лекцій з дисципліни / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. Х. : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. 55 с. **19.** Шекшар Ш., Санжей Ч. Основы пространственных баз данных. М. : Образ, 2004. 160 с.

REFERENCES:

1. Andreichuk Yu. M. HIS v ekolohichnykh doslidzhenniakh ta pryrodookhoronni spravi. L. : WWF, 2015. 286 s. **2.** Biatov A. P. HIS i zapovidni terytorii : metarialy I naukovo-metodychnoho seminaru. Kh. : TOV «Drukarnia Madryd», 2013. 50 s. **3.** Biatov A. P. HIS i zapovidni terytorii : metarialy III naukovo-metodychnoho seminaru. Kh. : TOV «Drukarnia Madryd», 2016. 110 s. **4.** Biatov A. P. Dosvid nakopychennia naukovykh danykh, adaptovanykh dlia vizualizatsii HIS na terytoriiakh pryrodno-zapovidnoho fondu. Kh. : Hola Prystan: ukrayinske teriolohichne tovarystvo, 2012. 15 s. **5.** Bui D. B. Formalizatsiia modeli «Sutnist–zviazok» : monohrafiia K. : KNU im. T. Shevchenko, 2011. 175 s. **6.** Buksha I. F. Inverytaryzatsiia ta monitorynh lisovykh ekosystem na terytoriiakh PZF. *V mizhnar. nauk.-prakt. konf.* : zb. nauk. st. Kh. : VD Raider, 2009. S. 92–98. **7.** Liashenko D. O. Heoinformatsiine

kartohrafuvannia v Ukraini. K. : Naukova dumka, 2011. 102 s. **8.** Mokin V. B. Heoinformatsiini systemy v ekolohii. V. : VNTU, 2014. 194 s. **9.** Ofitsiyni sait kompanii NextGIS Mobile. URL: <http://nextgis.ru/nextgis-mobile/> (data zvernennia: 04.05.2022). **10.** Ofitsiyni sait NPP «Slobozhanskyi». URL: <http://slobozhanskyi.in.ua/> (data zvernennia: 04.05.2022). **11.** Ofitsiyni sait proektu «Pryrodookhoronni HIS Ukrainy». SCGS. URL: <https://scgis.org.ua/> (data zvernennia: 04.05.2022). **12.** Pro okhoronu nav-kolyshnoho pryrodnoho seredovyshcha : Zakon Ukrainy vid 25.06.1991 r. № 1264-XII: stanom na 01 sichnia. 2022 r. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12#Text> (data zvernennia: 09.09.2022). **13.** Pro pryrodno-zapovidnyi fond Ukrainy : Zakon Ukrainy vid 16.06.1992 r. № 2457-Khll: stanom na 08 serp. 2021 r. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2456-12#Text> (data zvernennia: 08.09.2022). **14.** Pro Stratehiiu staloho rozvytku Ukrainy do 2030 roku : proekt Zakonu Ukrainy vid 07.08.2018 № 9015. URL: <https://ips.ligazakon.net/document/JH6YF00A?an=332> (data zvernennia: 08.09.2022). **15.** Pro topografo-heodezychnu i kartohrafichnu diialnist : Zakon Ukrainy vid 23.12.1998 r. № 353-XIV stanom na 20 serp. 2021 r. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/353-14#Text> (data zvernennia: 09.09.2022). **16.** Pro Natsionalnu infrastrukturu heoprosorovykh danykh : proekt Zakonu Ukrainy № 7523 vid 23.01.2018. *Vidomosti verkhovnoi rady Ukrainy*. 2018. K. : Pralam. vyd-vo, 2018. 10 s. **17.** Cerednostrokovyi plan priorytetnykh dii Uriadu do 2020 roku. K. : Pralam. vyd-vo, 2017. 367 s. **18.** Tvoroshenko I. S. Heoinformatsiini systemy v zadachakh monitorynhu : konspekt lektsii z dystsypliny / Kharkiv. nats. un-t misk. hosp-va im. O. M. Beketova. Kh. : KhNUMH im. O. M. Beketova, 2017. 55 s. **19.** Shekshar Sh., Sanjey Ch. Osnovyi prostranstvennyih baz danyih. M. : Obraz, 2004. 160 s.

Hlukhonets A. O., Candidate of Engineering (Ph.D.), Associate Professor, Morozova T. V., Candidate of Biological Sciences (Ph.D.), Associate Professor, Morozov A. V., Post-graduate Student, Kobzysa O. P., Candidate of Biological Sciences (Ph.D.), Associate Professor, Samoilenko I. V. (National Transport University, Kyiv), Stetsiuk L. M., Candidate of Agricultural Sciences (Ph.D.), Associate Professor (National University of Water and Environmental Engineering, Rivne)

USE OF GIS TECHNOLOGIES FOR MODERNIZATION OF MONITORING SYSTEMS OF NATURAL RESERVES FUND OF UKRAINE

The Nature Reserve Fund (NRF) has a special environmental,

scientific, aesthetic, recreational value, created to preserve the natural diversity of landscapes, the gene pool of populations, maintain general ecological balance and background environmental monitoring. A modern database is being created to monitor NRF facilities. In this context, GIS technologies and geographic information support needed to create an appropriate database are of particular importance. Monitoring of NRF facilities is needed to research natural processes, observe their changes, compile environmental forecasts, development of scientifically based recommendations for improving the efficiency of land use, building systems for protection and restoration of natural resources, biota and especially valuable objects.

The article considers the basics of geographic information technologies and their use in the field of ecology and environmental protection. Sources of obtaining ecological information are described. The main provisions and structure of geographic information systems are given. The basic concepts of creating cartographic online services for desktops and smartphones dedicated to the visualization of the territory of protected objects, in particular, the placement of biota and other objects of interest to visitors. Methods of monitoring of protected areas with the use of GIS are analyzed and generalized.

The method of biota monitoring on the territory of the nature reserve fund has been improved. Information on the placement of old trees along the eco-trail "Murafska dacha" on the territory of NPP "Slobozhanskyi" was introduced using the software NextGis Mobile and Openstreetmap.

Provided proposals to the Ministry of Environment of Ukraine, scientists and institutions of the NRF to improve GIS and the main directions of their development of application in the protected area: access via the web to monitoring information about the objects and territories of the NRF; creation and approval of ISO standards for geoinformation processing of eco-data; creation of methodical recommendations, classifiers of attributive information for creation of the uniform database of flora, fauna and landscapes within NRF.

***Keywords:* geoinformation technologies; nature reserve fund; ecological monitoring; ecosystems.**