

*У статті запропоновано принцип та методи реалізації гео-інформаційної системи оцінки еколого-туристичної ситуації в регіоні. Пропонується концепція і методи отримання та аналізу даних для оцінювання екологічної ситуації*

*В статье предложен принцип и методы реализации гео-информационной системы оценки эколого-туристической ситуации в регионе. Предлагается концепция и методы получения и анализа данных для формирования оценок экологической ситуации*

*In article offers the principle and methods to realization the geographic systems of estimation of ecological and touristic situation on the region. The article offers of conception and methods of analysis of data, for estimations of ecological situation*

## ГЕО-ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ОЦІНКИ ЕКОЛОГО-ТУРИСТИЧНОЇ СИТУАЦІЇ В РЕГІОНІ

**В.О. Осика**

Аспірант

Національний університет «Львівська політехніка»  
вул. С. Бандери, м. Львів, Україна, 79013  
Контактний телефон.: 097-678-37-90  
E-mail: vadim.osyka@gmail.com

**Ю.В. Форкун**

Кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри  
Кафедра програмної інженерії\*  
Контактний тел.: 050-376-40-19  
E-mail: forkun@ridne.net

**Г.А. Білецька**

Кандидат педагогічних наук, доцент  
Кафедра екології\*

\*Хмельницький національний університет  
вул. Інститутська, 11, м. Хмельницький, Україна, 28016  
Контактний тел.: 067-855-69-92  
E-mail: biletska\_galina@mail.ru

Серед основних передумов виникнення екотуризму та екологізації традиційних видів туризму провідну роль відіграє наростання протиріч між задоволенням туристського попиту і раціональним використанням природних ресурсів. В основі цих протиріч знаходиться антропогенне навантаження, що здійснюють туристи на природні і культурно-історичні туристські ресурси.

Екологічний туризм сьогодні відіграє значну роль у світовій індустрії туризму. За прогнозами експертів Всесвітньої туристичної організації (ВТО), у XXI столітті темпи його розвитку будуть зростати, а прибутки від екотуризму зроблять значний внесок в економіку багатьох країн світу, особливо тих, що розвиваються.

Великі надії покладаються на екологічний туризм у реалізації концепції сталого розвитку туризму і подорожей. Раціональне використання природних і культурно-історичних туристичних ресурсів дасть можливість уникнути багатьох негативних наслідків масового туризму [1].

Значною є роль екологічного туризму у розвитку особистості – підвищенні інтелектуального рівня від-

почиваючих та туристів через реалізацію пізнавальних потреб у процесі їх проходження екологічними стежками та маршрутами, а також участь у спеціально розроблених екологоосвітніх, культурно-пізнавальних та інших програмах.

Розвиток й ефективне функціонування екологічного туризму у регіоні залежить від наявності доступних екотуристських ресурсів, а також засобів, умов й можливостей здійснення екотуризму. Серед умов і можливостей екотуристичної діяльності велике значення має екологічна сприятливість території з точки зору рекреаційних навантажень й обсягів використання рекреаційних ресурсів, забруднення і санітарно-епідеміологічного стану, ризику виникнення стихійних лих та екологічних катастроф.

Для оцінки умов і можливостей розвитку й функціонування екологічного туризму ми пропонуємо геоінформаційну систему (ГІС) оцінки еколого-туристичної ситуації у регіоні.

Метою запропонованої геоінформаційної системи є забезпечення моніторингу для регіонів, які є пер-

спективними для екотуристичної діяльності. Дана геоінформаційна система призначена для цифрової підтримки, поповнення, маніпулювання, аналізу, математично-картографічного моделювання та образного відображення темпорально-географічно координованих даних, моніторингу довкілля та оцінки екологічної ситуації в регіоні та прийняття рішень. До складу ГІС входять такі підсистеми: збору інформації і база даних (БД); представлення, генерації та обробки даних; аналізу даних та інтерфейс користувача.

Підсистема збору інформації виконує функцію отримання із достовірних джерел значень показників навколишнього середовища. На основі отриманих даних формується БД екологічних показників у регіоні [2]. Для даної ГІС використовуються різні джерела формування БД. Одним найважливіших джерел інформації є кваліфіковані екологи. Достовірність інформації, отриманої з цього джерела, залежать від рівня професійності екологів, що залучені до її збору, а також потребує значних затрат та часу на її отримання, обробку та аналіз.

Ще однією складовою даної підсистеми є сенсорний контроль, що дає змогу оперативно збирати інформацію про параметри показників екологічного стану в регіоні. Для сенсорного контролю використовують різноманітні датчики. Вимірювання може проводитись синхронізовано та асинхронно в залежності від цілей запиту.

Для функціонування підсистеми збору інформації і створення БД можна використовувати такі датчики: гідрометри, термістори, анемометри, датчики атмосферного тиску. Інформація отримана від датчиків доступна в реальному часі.

Гідрометри – це датчики для визначення показників вологості повітря (рис. 1). Існують різні види внутрішньої структури цих датчиків. Найефективнішим є гідрометр з тришаровою конденсаторною структурою, що складається з платинових електродів, які розділені спеціальним термореактивним полімерним ізолятором.

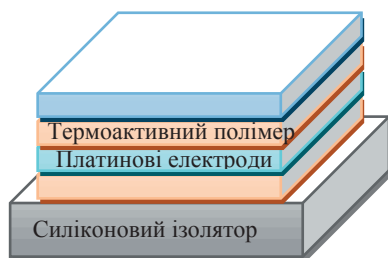


Рис. 1. Структура чутливого елемента датчика гідрометра

У таких типах датчиків інтегральна схема формує лінійно-змінний сигнал напруги, який є прямо пропорційний напрузі живлення і відносній вологості повітря:

$$V_{\text{вви}} = V_s(0,0062(Rh)+0,16) \tag{1}$$

де

$V_s$  – напруга живлення;

$Rh$  – відносна вологість при температурі 25°C [3].

Значення вологості при змінній температурі можна визначити за формулою:

$$Rh = (R) / (1,0546 - 0,00216T) \tag{2}$$

де

$T$  – температура в °C;

$R$  – абсолютна вологість при температурі 25°C [3].

Для підвищення чутливості датчика використовуються термочуттєвий елемент, який дає змогу точніше передавати значення параметрів показників екологічного стану.

Термістори – температурні датчики. За принципом дії термістори – це термометри опору. Більшість термісторів – це керамічні напівпровідники, виготовлені з гранульованих оксидів і нітридів металів складної багатофазової структури [4]. Існують такі два типи термісторів: NTC і PTC. Для нашої геоінформаційної системи оптимальними є термістори типу NTC (з від’ємним температурним коефіцієнтом опору), які на відміну від PTC мають ширший діапазон вимірювань.

Для NTC термісторів використовується апроксимаційна залежність Стейнхарта и Харта:

$$\frac{1}{T} = a + b(\ln(R)) + c(\ln(R))^3 \tag{3}$$

де

$T$  – температура, °K;

$R$  – опір, Ом;

$a, b, c$  – константи термісторів, визначенні при градуюванні у трьох температурних точках, які знаходяться одна від одної на відстані не менше 10 °C [4].

Похибка NTC термісторів складає від 1 мК до 5 мК [4]. Враховуючи це можна використовувати вдосконалену формулу Стейнхарта и Харта:

$$\frac{1}{T} = a + b(\ln(R)) + c(\ln(R))^2 + d(\ln(R))^3 \tag{4}$$

Незважаючи на високу точність отримання даних, існує ймовірність втратити стабільності при отриманні результатів. Основними причинами цього є: напруга, що виникає в матеріалах; утворення мікротріщин; структурні зміни в напівпровідниках; забруднюючі речовини та хімічні реакції в порах напівпровідника; порушення адгезії металевої плівки; міграція домішок з металевих контактів в матеріал термісторів.

Анемометри – датчики для визначення напрямків і швидкості вітру. Інформація, отримана від цих датчиків, може мати значні похибки, що пов’язані з пульсацією повітряних потоків. За допомогою анемометрів можна визначити такі показники: відносну вологість змішаного повітря  $\phi$ , %; густину переміщеного повітря  $\rho$ , кг/м<sup>3</sup> (кгс·с<sup>2</sup>/м<sup>4</sup>); швидкість руху повітря  $x$ , м/с; втрати повітря  $L$ , м<sup>3</sup>/с [5].

Густина переміщеного повітря визначається за формулою:

$$\rho = \frac{B_a + p'}{R K_\phi (t + 273)} \tag{5}$$

де

$p'$  – статичний або повний тиск потоку, виміряний комбінованим приймачем тиску або приймачем повного тиску в одній із точок вимірюваного перерізу;

$K_\phi$  – коефіцієнт, що залежить від температури та вологості переміщеного повітря (визначається за таблицею 1) [5].

Таблиця 1

Залежність коефіцієнта  $K_\phi$  від температури і вологості переміщеного повітря

t, °C	10		20		30		40		50	
$\phi$ , %	50	100	50	100	50	100	50	100	50	100
$K_\phi$	0,998	1,003	1,000	1,005	1,004	1,012	1,010	1,025	1,020	1,040

Динамічний тиск  $p_d$ , кПа (кгс/м<sup>2</sup>), середньої швидкості руху повітря визначається за змінними точками з перерізу комбінованого приймача тиску за величиною динамічного тиску  $p_{di}$  за формулою:

$$p_d = \left( \frac{\sum_{i=1}^z p_{di}^{0,5}}{z} \right)^2 \quad (6)$$

Швидкість руху повітря  $x_i$ , м/с, в точці перерізу знаходять за змінними значеннями динамічного тиску  $p_{di}$  за формулою:

$$v_i = \left( \frac{2}{c} p_{di} \right)^{0,5} \quad (7)$$

Середню швидкість руху повітря  $x_m$ , м/с, у вимірюваному перерізі визначають за вимірами динамічного тиску у точках z за формулою:

$$v_m = \left( \frac{2}{c} p_d \right)^{0,5} \quad (8)$$

Об'ємні витрати повітря L, м<sup>3</sup>/с, визначають за формулою:

$$L = F \cdot v_m \quad (9)$$

де

F – площа перерізу, м<sup>2</sup> [5].

Анемометри за конструкцією поділяють на крильчасті, чашкові і термоелектричні. У випадку запропонованої нами геоінформаційної системи доцільно використовувати термоелектричні анемометри.

Датчики тиску використовують для визначення атмосферного тиску. Датчик тиску – це п'єзокристал, який змінює значення сили струму залежно від тиску, що впливає на датчик. Датчики тиску можуть бути двох видів: атмосферного тиску і надмірного тиску. Для вимірювання тиску газів, включаючи атмосферний тиск, використовуються датчики надмірного тиску, що мають діапазон тиску від 0 кгс/см<sup>2</sup> (бар) до 10-16 кгс/см<sup>2</sup> (бар) і уніфікований вихідний струмовий сигнал від 4 мА до 20 мА [5].

У випадку розробленої геоінформаційної системи потрібно використовувати датчики атмосферного тиску. При контакті датчика атмосферного тиску з повітрям датчик видає сигнал, що відповідає атмосферному тиску.

При розрахунках датчиків тиску беруться до уваги такі основні параметри: діапазон вимірювання – від  $P_{\min}$  до  $P_{\max}$ ; діапазон вихідного сигналу.

Значення тиску  $P_{\text{пот}}$  і вихідного струму  $I_{\text{пот}}$  датчика пов'язані лінійною залежністю  $P = f(i)$ :

$$P_{\text{пот}} = \frac{P_{\max}(I_{\text{пот}} - I_0)}{I_{\max} - I_0} \quad (10)$$

де

$I_0$  – струм при тиску 0 кгс/см<sup>2</sup>, мА;

$I_{\text{пот}}$  – поточне значення вихідного струму датчика при поточному тиску  $P_{\text{пот}}$  кгс/см<sup>2</sup>, мА;

$I_{\max}$  – максимальне значення вихідного струму датчика, мА.

Джерелом отримання даних також може бути інформація, що надходить від інших ГІС. Поєднання різних джерел інформації сприяє отриманню об'єктивного результату і достовірної інформації. На даний момент існує велика кількість міжнародних ресурсів із показниками параметрів навколишнього середовища різного характеру, зокрема: географічні карти, фото- і відеоматеріали тощо. Вся ця інформація є відкритою для громадськості і може бути використана в наукових цілях.

Підсистема представлення, генерації та обробки даних відповідає за аналіз даних, що отримані з різних джерел, та прийняття рішень. Основна задача даної підсистеми – видача результатів обробки даних, пошук рішень, попередження стихійних лих та екологічних катастроф. Для полегшення ідентифікації та класифікації по кожному регіону, інформація повинна мати чітку ієрархічну структуру. Дана підсистема відповідає за генерацію інформації на основі отриманих показників, створення спеціалізованих карт, звітів тощо.

Підсистема аналізу даних та інтерфейсу користувача – це інформаційна система з високою гнучкістю. Основні цілі даної підсистеми – аналіз та видача інформації безпосередньо користувачам, забезпечення взаємодії між підсистемами збору інформації та її обробки. Структура цієї підсистеми зображена на рис. 2.

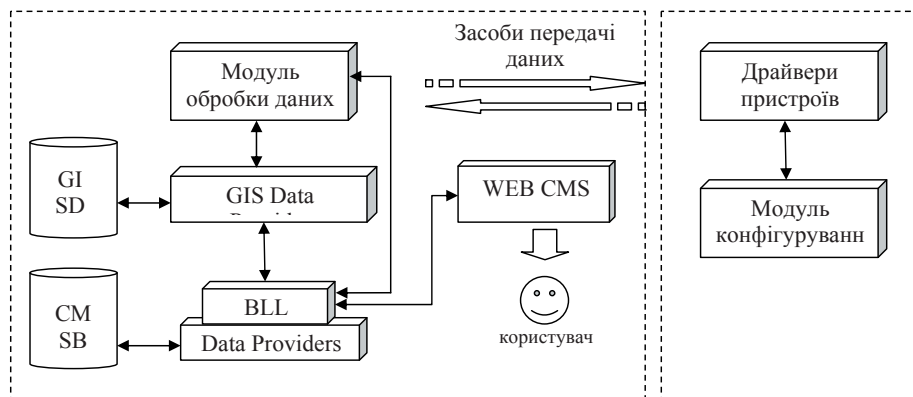


Рис. 2. Структура підсистеми аналізу даних та інтерфейсу користувача

Уся інформація, що надходить із підсистеми збору інформації, потрапляє на інформаційний сервер з апаратним та програмним забезпеченням, яке підтримує пристрої збору інформації – датчики. Кожний датчик чи система датчиків повинні мати системне програмне забезпечення для синхронізації з даною ГІС. Таким програмним забезпеченням є драйвери, що працюють за визначеними у модулі конфігурування параметрами і правилами. Драйвери не мають інтерфейсу, для забезпечення їх налаштування використовується модуль конфігурування, який має користувацький інтерфейс з переліком системних параметрів та значень параметрів апаратного забезпечення.

Усі вихідні дані надходять до модуля засобів передачі даних, який містить апаратну і програмну складові. До апаратної складової відноситься апаратне забезпечення, що використовується для певного каналу передачі даних (GPRS-модем, радіо-модем, DSL-модем). До програмної складової відноситься бібліотека передачі даних визначеними каналами зв'язку.

У модулі обробки дані сортуються, групуються та зберігаються за допомогою GIS Data Provider. Якщо використовуються зовнішні джерела отримання інформації через світові мережі та аплікації, то інформація може надходити, як до бази ГІС, так і до бібліотеки Business Logic Library (BLL), що обробляє інформацію і забезпечує її відображення через Content Management System (CMS).

Запропонована нами геоінформаційна система базується на технологіях Microsoft .NET, Silverlight. Технології .NET дають можливість поєднання апаратної і програмної складової даної системи, що забезпечить реалізацію веб-орієнтованої частини та частини для операційної системи. Для забезпечення зовнішнього доступу до даних, що були зібрані даною системою - пропонується веб-сервіс типу SOAP (Simple Object Access Protocol), який можна використати для обміну даних між системами, що побудовані на різних платформах. Технології Microsoft .NET, Silverlight мають високий рівень надійності і безпеки. Крім того, Silverlight одна із нових технологій, що має за мету розширити стандартні можливості мови HTML і надати можливість перегляду фото- і відеоінформації та інтерактивних карт регіонів. Система CMS, в свою чергу, повинна включати високий рівень захисту і гнучку систему управління користувачами, ролями, модулями тощо. Також важливим моментом є можливість зовнішньої трансляції обробленої інформації за допомогою різноманітних APIs.

Таким чином, з вище викладеного матеріалу можна зробити такі висновки щодо методики та актуальності розробки:

- розвиток та ефективне функціонування екологічного туризму потребує оцінки еколого-туристичної ситуації в регіоні. Екологічна оцінка стану навколишнього природного середовища може бути отримана при реалізації геоінформаційних систем;
- запропонована структура ГІС дає змогу отримувати й аналізувати у повному обсязі основні показники параметрів навколишнього середовища, зокрема такі як вологість повітря, температура, напрямок і сила вітру, атмосферний тиск тощо. Ці показники є безперечно важливими факторами при формуванні висновків щодо придатності регіону для екотуристичної діяльності;
- розроблена база даних дає можливість доступу до архівних даних, які можна використовувати для моделювання ситуацій та прогнозування можливих стихійних лих та екологічних небезпек, що є необхідним для оцінки еколого-туристичної ситуації в регіоні;
- концепція даної системи дає змогу в інтерактивному режимі отримувати повну і проаналізовану інформацію про певний регіон, що пришвидшує процес прийняття рішень;
- запропонована геоінформаційна система побудована на основі сучасних інформаційних технологій, що дає можливість інтеграції її технічних та програмних засобів із сучасними операційними системами. Також, це робить можливим її взаємодію з базами даних сучасних вітчизняних та міжнародних ГІС для уточнення та отримання достовірної інформації.

---

#### Література

1. Дмитрук О.Ю. Екологічний туризм: Сучасні концепції менеджменту і маркетингу. Навчальний посібник. – 2-е вид., перероб. і доп. – К.: “Альгарпрес”, 2004. – 192 с.
2. Адаменко Я.О. Структура будови баз даних екологічної інформації / Нетрадиційні енергоресурси та екологія України. – К.: Манускрипт, 1996. – С. 111-123.
3. Г. Виглеб. ДАТЧИКИ. Устройство и применение. – М.: “Мир”, 1989.
4. Герашенко С.А., Федоров В.Г. Тепловые и температурные измерения. Справочное руководство. – К.: “Наукова думка”, 1965.
5. Ермолов И.Н., Алешин Н.П., Потапов А.И. Акустические методы контроля. – Книга 2 / Під ред. Проф. Сухорукова В.В. – М.: “Высшая школа”, 1991.