

УДК 504.064.3:574:528.8 + 504.064.3:504.05:504.54:502.4

**О.С. ТАРАНЕНКО**, провідний інженер відділу екологічного нормування Інституту проблем природокористування та екології НАН України, м. Дніпропетровськ, Україна

## ДИСТАНЦІЙНИЙ МОНІТОРИНГ АНТРОПОГЕННИХ НАВАНТАЖЕНЬ НА ЗАПОВІДНІ ЛАНДШАФТИ

Запропонована методика опосередкованого дистанційного моніторингу антропогенних навантажень на заповідні ландшафти. Удосконалена модель визначення очікуваного антропогенного навантаження на основі логічних діаграм Венна. Конкретизовані об'єкти моніторингу за багатозональними даними ДЗЗ.

**Ключові слова:** дистанційний моніторинг, очікуване антропогенне навантаження, заповідні ландшафти, діаграми Венна.

### Постановка проблеми

Внаслідок того, що об'єкти природно-заповідного фонду (ПЗФ) України є об'єктами зосередження певних рекреаційних та біологічних ресурсів, заповідні території постійно відчують періодичний вплив з боку людини. Наявність інформації про просторову диференціацію антропогенних навантажень в межах певного об'єкта ПЗФ забезпечить ефективну підтримку при прийнятті рішень щодо оптимізації його заповідного режиму з метою зменшення негативних впливів на певні ландшафтні угруповання та сталого розвитку заповідних екосистем.

Стабільним джерелом інформації про деякі антропогенні впливи (АВ) на заповідні природні комплекси є щорічні літописи природи заповідників та національних природних парків, проте вони відбивають ситуацію частково та, на жаль, не мають статусу публічної інформації. Польові спостереження забезпечують облік більшості ознак АВ,

але є контактними методами (додаткове навантаження з боку реєстраторів) та до того ж потребують одночасної геодезичної прив'язки виявлених тематичних об'єктів. В свою чергу, дистанційний моніторинг АВ дозволяє вирішити проблему безконтактності досліджень. Залучення багатозональних та панхроматичних супутникових даних роздільною здатністю 10 – 30 м робить дистанційні методи ефективними на етапі моніторингу пірогенних та, частково, механічних впливів на природні ландшафти. Проте переважно більшість «побічних» ознак перебування людини на заповідній території (дрібне побутове сміття, поруби, сліди багаття, ями і т.п.) виявити за даними дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) неможливо. Тому пропонується опосередкований підхід до моніторингу антропогенних навантажень із застосуванням ГІС- та ДЗЗ-технологій і з врахуванням даних польових спостережень.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

За даним напрямком досліджень корисним є існуючий досвід оцінки антропогенних навантажень на природне середовище. При визначенні комплексних показників антропогенного навантаження (АН) мають місце декілька підходів: використання методів бальної оцінки [10, 13, 14, 17], факторного аналізу [17] та станайнів [13, 14] або застосування відповідних розрахункових формул [3, 4]. Найбільш поширеним методом є бальна оцінка, що дозволяє звести значення різномірних показників до загальних шкал оцінювання. Складні бали можуть

бути отримані як сума простих балів ("сумарний бал") [13, 14], сума зважених балів [10], як середнє арифметичне [14, 17] та середнє зважене арифметичне [17] простих балів. Тому при отриманні єдиного синтетичного показника актуальним є використання коефіцієнтів значимості для балів кожного компонента. На жаль, у більшості випадків, значення вагових коефіцієнтів визначаються дослідниками експертним шляхом, що зумовлює суб'єктивність оцінки.

На відміну від поширених підходів до оцінки ступеня АВ, автором даної статті в [25] (2002) запропонований інший підхід до

визначення антропогенних навантажень на заповідні ландшафти – застосування графічного апарату математичної логіки – діаграм Венна. Але при цьому не було досліджено такі питання як врахування вагових коефіцієнтів та інші особливості логічних діаграм (двійкова нумерація, пусті класи та інше).

Аналіз літературних джерел свідчить також про те, що питання дистанційної індикації ареалів АВ в межах заповідних територій вивчені явно недостатньо. В [1] Б.В. Віноградим (1996) тільки перелічені абіотичні форми АВ, що візуально дешиф-

руються за космічними знімками в межах заповідних екосистем; ознаки та особливості дешифрування даних форм АВ не були визначені. Проте накопичено значний досвід дистанційної індикації ареалів АВ в межах лісових екосистем, наприклад [2, 9, 19, 20]. Останнім часом (2011-2012), автором даної статті в [23, 24] порушені питання безпосередньої ідентифікації деяких форм пірогенного та механічного впливів на території Дніпровсько-Орільського природного заповідника (ДОПЗ) за даними ДЗЗ.

### Фактори уразливості заповідних ландшафтів

*Обґрунтування вибору.* За результатами власних польових спостережень на заповідних територіях (ДОПЗ, заповідні об'єкти гірського Криму та Полісся) та на основі опрацювання певної природоохоронної літератури із заповідної справи визначено шість факторів, які характеризують уразливість заповідних ландшафтів з боку людини в теплий період року, а саме:

1. Привабливі об'єкти місцевості – характеризує наявність певних об'єктів місцевості, що інтенсивно відвідуються та частково експлуатуються порушниками заповідного режиму. За даними польових спостережень в межах ДОПЗ до таких об'єктів місцевості відносяться хвойні насадження, пляжні піщані ділянки та луки, для заповідних об'єктів гірського Криму – пам'ятки природи (водоспади, печери, форми вивітрювання, гірські вершини тощо). Саме цей фактор є головним у використанні заповідної території незалежно від режиму охорони.

2. Близькість до селітебної зони – характеризує віддаленість заповідних ландшафтів від місць розміщення населення за межами заповідника. На обсяг порушень заповідного режиму суттєво впливає близькість міст, селищ та інших населених пунктів [15, 16]. Згідно з [6], в першу чергу страждають заповідні ділянки лісу поблизу сільських поселень та доріг. При зростанні віддаленості від селітебної зони кількість порушень в межах заповідника різко знижується, про що свідчать дані польових спостережень.

3. Близькість до водних об'єктів – характеризує примикання заповідних ландшафтів до гідрографічних об'єктів. Вважається, що

даний показник є особливо привабливим для рекреантів [3, 5, 18]. Про це також свідчать дані польових спостережень.

4. Транспортна доступність з суходолу – характеризує наявність дорожньої мережі від межі заповідника до певної ландшафтної одиниці (далі – ЛО). Одним із факторів АВ на заповідні території є наявність стежок і, особливо, доріг в їх межах [7]. Транспортна доступність заповідників сприяє збільшенню кількості порушень [16].

5. Прохідність – характеризує природну прохідність заповідних ландшафтів. В [7] відмічено, що нормальна природна захищеність лісу ускладнює пересування по заповідній території за межами доріг. Важка прохідність природно-територіальних комплексів (ПТК) є лімітуючим фактором рекреаційного впливу на заповідний об'єкт [8].

6. Неізольованість – характеризує важкодоступність ділянок заповідника, що пов'язана із наявністю природних рубежів по їх периметру. Наявність природних перешкод різко знижує кількість рекреантів, що їх долають, до 3 – 5 % [18]. Встановлення меж заповідників по природним рубежам сприяє зниженню кількості порушень заповідного режиму [16].

*Умови уразливості.* Склад об'єктів місцевості, що визначають фактори уразливості ПТК, та умови уразливості заповідних ландшафтів систематизовані в таблиці 1. В якості об'єктів інтересу виступають певні природні та антропогенні об'єкти як на заповідних територіях, так і в безпосередній близькості від них.

Таблиця 1. Фактори та умови уразливості заповідних ландшафтів

Фактор	Об'єкти місцевості/ об'єкти інтересу	Умова уразливості заповідних ландшафтів
Привабливі об'єкти місцевості ( $P_{nr}$ )	хвойні масиви; пляжні піщані ділянки; луки; пам'ятки природи	наявність одного чи більше привабливого об'єкту місцевості в межах певної ЛО: $(p_j + b_j + m_j + o_j) \in L_i$ , де $p_j, b_j, m_j$ – $j$ -ий ареал поширення відповідно хвойних насаджень, пляжних ділянок та луків; $o_j$ – $j$ -а пам'ятка природи; $L_i$ – $i$ -а ландшафтна одиниця
Близькість до селітебної зони ( $N_r$ )	селітебна зона	$l_i - l_{min} \leq 0$ , де $l_i$ – відстань від $i$ -ої ЛО до найближчого об'єкта селітебної зони; $l_{min}$ – відстань від геоме- тричного центру заповідної території до най- ближчого об'єкта селітебної зони за її межами
Близькість до водних об'єктів ( $N_w$ )	гідрографічні об'єкти	межування певної ЛО із водними об'єктами: $s_i = 0$ , де $s_i$ – відстань від $i$ -ої ЛО до найближчого об'єкту гідрографії
Транспортна доступність з суходолу ( $T_l$ )	дорожня мережа	перетин чи примикання певної ЛО із діючими елементами дорожньої мережі: 1) $r_j \in L_i$ , де $r_j$ – $j$ -ий елемент дорожньої мережі; $L_i$ – $i$ -а ландшафтна одиниця; 2) $d_i = 0$ , де $d_i$ – відстань від $i$ -ої ЛО до найближчого еле- менту дорожньої мережі
Прохідність ( $P_i$ )	топографічні об'єкти (з ознакою важкопрохідності); гідрографічні об'єкти	відсутність в межах певної ЛО важкопрохідних ділянок місцевості, які ускладнюють пересуван- ня: $\begin{cases} t_j \notin L_i \\ g_j \notin L_i \end{cases}$ де $t_j$ – $j$ -ий об'єкт місцевості з ознакою важко- прохідності; $g_j$ – $j$ -ий об'єкт гідрографії; $L_i$ – $i$ -а ландшафтна одиниця
Неізолюваність ( $I_n$ )	гідрографічні об'єкти; мости; топографічні об'єкти (з ознакою важкопрохідності)	відсутність в межах певної ЛО ізолюваних діля- нок місцевості: $e_j \notin L_i$ , де $e_j$ – $j$ -а ізолювана ділянка місцевості; $L_i$ – $i$ -а ландшафтна одиниця

Джерела актуалізації. На даний час основним джерелом актуалізації просторової інформації в ГІС є дані ДЗЗ. Більшість ознак дешифрування певних природних та антропогенних об'єктів на території ДОПЗ за даними ДЗЗ роздільної здатності 20 – 30 м у видимому та ближньому інфрачервоному (БІЧ) спектральних діапазонах було визначено автором раніше в [21, 22, 24]. Власні попередні дослідження та результати аналізу панхроматичних даних ДЗЗ роздільною здатністю 10 – 15 м на територію ДОПЗ та прилеглі до нього ділянки місцевості узагальнені в таблиці 2.

Згідно із даними табл. 2 об'єктами дистанційного моніторингу за багатоспектральними та панхроматичними даними ДЗЗ роздільної здатності 10 – 30 м можуть виступати хвойні масиви, пляжні піщані ділянки, дачні поселення, ґрунтові дороги, гідрографічні об'єкти та мости. Даний перелік об'єктів може бути розширений для інших заповідних територій.

Місцезрештування інших об'єктів місцевості – топографічні об'єкти з ознакою важкопрохідності (в т.ч. ліс густий високий, суцільні зарості чагарника, болота, круті

схили), об'єкти іншого призначення (в т.ч. луки, пам'ятки природи, окремі елементи селітебної зони та дорожньої мережі), – встановлюється та оновлюється за результа-

тами аналізу топографічних карт, даних лісотехнічного устрою, цифрових моделей рельєфу та матеріалів польових спостережень в середовищі ГІС.

Таблиця 2. Об'єкти місцевості та ознаки їх дешифрування за даними ДЗЗ

Об'єкти місцевості	Джерела актуалізації	Ознаки дешифрування (для даних ДЗЗ роздільної здатності 10-30 м)
хвойні масиви	дані ДЗЗ	за спектральними характеристиками (СХ): чітке розрізнення між листяними та хвойними лісами в БІЧ спектральному діапазоні (СД) (коефіцієнт поверхневого відбиття – $r$ для листяних лісів в середньому в 2,1 рази вище ніж для хвойних лісів)
гідрографічні об'єкти (озера, водосховища, ставки, річки, канали)	дані ДЗЗ	за СХ: найкраще ідентифікуються у БІЧ (найнижчі значення $r$ ) та панхроматичному (низькі значення $r$ ) СД
дачні поселення	дані ДЗЗ	за формою: багатокутна форма об'єкту та геометрично правильна структура кварталів присадибних ділянок; за СХ: найкраще ідентифікується в червоному та панхроматичному СД (на піщаних ґрунтах)
дорожня мережа (ґрунтові дороги)	дані ДЗЗ (частково); польові спостереження; топографічні карти	за формою: прямолінійна, звивиста; за СХ: найкраще ідентифікуються у видимому та панхроматичному СД в межах нелісових земель за умови, що відкриті ділянки мають менші значення $r$ ніж ґрунтові дороги
пляжні піщані ділянки	дані ДЗЗ (частково); польові спостереження	за СХ: мають найвищі значення $r$ у видимому та панхроматичному СД; за топологічними характеристиками: межують із гідрографічними об'єктами
мости (через водні перешкоди)	дані ДЗЗ	за формою: прямолінійна; за топологічними характеристиками: перетинає гідрографічні об'єкти; за СХ: мають більш високі значення $r$ у порівнянні із водними об'єктами у БІЧ та панхроматичному СД

### Модель визначення очікуваного антропогенного навантаження на заповідні ландшафти

*Принципи побудови моделі.* Для розділення множини ландшафтних одиниць, що складають заповідну територію, на класи, які характеризуються різним рівнем очікуваного АН, пропонується застосувати графічний апарат математичної логіки – діаграми Венна. Згідно з [11] під діаграмами Венна розуміють геометричні зображення відношень між об'ємами понять. Графічний метод Венна реалізується двома способами [12]:

1) Шляхом розбиття частини площини на  $2^n$  чарунок за допомогою  $n$  геометричних фігур (пряма, коло, еліпс, замкнута крива), де  $n$  – число змінних, що визначені умовою

задачі. Даний підхід забезпечує наочність діаграм Венна за умови  $n \leq 5$ .

2) Шляхом побудови таблиць, які складаються із  $2^n$  чарунок, – таблиць Венна  $n$  змінних (є доцільним та зручним за умови  $n \geq 5$ ).

В нашому випадку, в якості змінних  $n$  виступають шість факторів уразливості заповідних ландшафтів:  $P_{nr}$ ,  $N_r$ ,  $N_w$ ,  $T_l$ ,  $P_l$ ,  $I_n$ . В результаті таблиця Венна шести змінних набуває наступного вигляду (див. рис. 1). У верхній частині таблиці вказані усі можливі комбінації фігур  $P_{nr}$ ,  $N_w$ ,  $I_n$  та їх доповнень  $\overline{P_{nr}}$ ,  $\overline{N_w}$ ,  $\overline{I_n}$ , а в лівій частині таблиці – усі

можливі поєднання фігур  $N_r$ ,  $T_l$ ,  $P_t$  та їх доповнень  $\overline{N_r}$ ,  $\overline{T_l}$ ,  $\overline{P_t}$ . Кожна чарунка таблиці Венна має унікальне символічне позначення, яке визначається унікальною комбінацією позначень фігур та їх доповнень.

При даному підході кожна чарунка таблиці Венна уявляє собою унікальний клас, який об'єднує ЛО з однаковими характеристиками уразливості. Максимально можлива кількість класів складає  $2^n$ . При обранні шести факторів уразливості можлива кількість класів дорівнює 64. Але фактична кількість класів може бути меншою за рахунок пустих класів. На діаграмах Венна пусті класи заштриховані (див. рис. 1). Нумерація класів на діаграмах Венна може бути представлена у вигляді чисел в десятковій (0, 1, ...,  $2^n - 1$ ) та двійковій (послідовність  $n$  із нулів та одиниць) системах. Між двійковою нумера-

цією та символічними позначеннями класів є чітка однозначна відповідність.

Даний підхід до розмежування класів дозволяє виділити класи з максимальним та мінімальним рівнем уразливості заповідних ландшафтів та дозволяє згрупувати ЛО з однаковими характеристиками уразливості до одного класу. Ландшафтні одиниці, що були віднесені до класів з максимальним ( $N_r$   $T_l$   $P_t$   $P_{nr}$   $N_w$   $I_n$ ) та мінімальним ( $\overline{N_r}$   $\overline{T_l}$   $\overline{P_t}$   $\overline{P_{nr}}$   $\overline{N_w}$   $\overline{I_n}$ ) рівнем уразливості, характеризуються відповідно максимальним та мінімальним рівнем очікуваного АН. Відповідно до умов уразливості заповідних ПТК (таблиця 1) визначено місце кожної ЛО на логічній діаграмі очікуваного АН – діаграмі Венна. Даний підхід є зручним для тих випадків, коли вага  $n$  змінних невідома, а використовувати суб'єктивні коефіцієнти значимості не рекомендується.

Фактори уразливості заповідних ландшафтів/ $n$ змінні			$P_{nr}$				$\overline{P_{nr}}$			
			$N_w$		$\overline{N_w}$		$N_w$		$\overline{N_w}$	
			$I_n$	$\overline{I_n}$	$I_n$	$\overline{I_n}$	$I_n$	$\overline{I_n}$	$I_n$	$\overline{I_n}$
$N_r$	$T_l$	$P_t$	<i>max</i>	111110 62	111101 61	111100 60	111011 59	111010 58	111001 57	
		$\overline{P_t}$	110111 55							110000 48
	$\overline{T_l}$	$P_t$	101111 47							101000 40
		$\overline{P_t}$	100111 39							100000 32
$\overline{N_r}$	$T_l$	$P_t$	011111 31							011000 24
		$\overline{P_t}$	010111 23							010000 16
	$\overline{T_l}$	$P_t$	001111 15							001000 8
		$\overline{P_t}$	000111 7	000110 6	000101 5		000011 3	000010 2	000001 1	<i>min</i>

Рисунок 1 – Логічна діаграма очікуваного АН на заповідні ландшафти

*Врахування ваги  $n$  змінних.* При побудові таблиць Венна використання інформації про вагові коефіцієнти  $n$  змінних є доцільним за наступних умов:

$$k_1 = k_2 = \dots = k_n \quad (1),$$

$$\begin{cases} k_1 < k_2 < \dots < k_n \\ k_n > k_1 + k_2 + \dots + k_{n-1}, \end{cases} \quad (2),$$

$$\begin{cases} k_1 < k_2 < \dots < k_n \\ k_n = k_1 + k_2 + \dots + k_{n-1}, \end{cases} \quad (3),$$

де  $k$  – ваговий коефіцієнт кожної змінної;  $n$  – кількість змінних в таблиці Венна.

За умови (1) кількість класів істотно зменшується за рахунок об'єднання чарунок з однаковою сумарною вагою. Загальна кількість класів визначається залежністю виду  $n + 1$ . При дотриманні умови (2) послідовна нумерація класів (в десятковій системі) в таблиці Венна від 0 до  $2^n - 1$  відображує поступове зростання уразливості заповідних ландшафтів від мінімальної до максимальної. Тобто, більший номер чарунки відпові-

дає більшому рівню очікуваного АН. При дотриманні умови (3) рівень уразливості заповідних ландшафтів на діаграмі Венна змінюється таким чином як і за умовою (2), але при цьому фактична кількість класів зменшується за рахунок об'єднання чарунок з однаковою сумарною вагою. Загальна кількість класів визначається формулою  $2^n - 2^{n-2} + 1$  при  $n \geq 2$ . При такому підході побудова таблиці Венна повинна бути організована таким чином, щоб при формуванні символічного позначення чарунок  $n$  змінні та їх доповнення були впорядковані зліва направо в порядку зменшення вагових коефіцієнтів змінних.

*Метод розрахунку коефіцієнтів значимості.* Нерівнозначність впливу кожного фактора уразливості при оцінці очікуваного АН визначають відповідні коефіцієнти значимості ( $k$ ). Коефіцієнт значимості розраховується на основі даних польових спостережень та враховує кількісний розподіл ознак незаконного АВ за ландшафтними одиницями:

$$k_i = (Q_i - q_i) / (Q_i + q_i),$$

де  $k_i$  – коефіцієнт значимості  $i$ -го фактора;  $Q_i$  – загальна кількість виявлених ознак незаконного АВ по тим ЛО, для яких виконуються умови уразливості за  $i$ -им фактором;  $q_i$  – загальна кількість виявлених ознак незаконного АВ по тим ЛО, для яких не виконуються умови уразливості за  $i$ -им фактором.

Коефіцієнт значимості розраховується для кожного фактора окремо. Значення  $k$

### Концептуальна схема опосередкованого аерокосмічного моніторингу антропогенних навантажень на заповідні ландшафти

Послідовність диференціації ландшафтних одиниць заповідного об'єкту за рівнями очікуваного АН на основі багатоспектральної аерокосмічної інформації роздільної здатності 10 – 30 м та допоміжних просторових даних в межах логічної моделі представлена на рисунку 2.

Основними методами складання цифрової ландшафтної карти заповідної території в середовищі ГІС є цифрове моделювання рельєфу, геоморфологічний аналіз території, класифікація растрових поверхонь, дешифрування космічних знімків роздільної здат-

приймається за нуль (0) для тих факторів уразливості, які не забезпечують диференціацію території заповідника за даними факторами. Значення  $k$  знаходиться в інтервалі  $[-1; 1]$ . Даний підхід забезпечує отримання об'єктивних значень вагових коефіцієнтів для кожного фактору уразливості.

*Інші особливості моделі.* Наявність двійкової нумерації класів дозволяє здійснити перехід від таблиці Венна  $n$  змінних до класичної форми бальної оцінки. В нашому випадку нумерація класів в двійковій системі відповідає оцінці ландшафтних одиниць за 2-ох бальною шкалою (0 балів та 1 бал) в розрізі факторів уразливості. В свою чергу, наявність результатів бальної оцінки та значень вагових коефіцієнтів дозволяє розрахувати комплексний показник очікуваного АН як середнє зважене арифметичне для кожної ЛО:

$$P_j = \sum_{i=1}^n \delta_i k_i / \sum_{i=1}^n k_i,$$

де  $P_j$  – комплексний показник очікуваного АН для  $j$ -ої ЛО;  $\delta_i$  – оцінка уразливості  $j$ -ої ЛО за  $i$ -им фактором (за умови  $k_i \geq 0$ ), в балах;  $k_i$  – коефіцієнт значимості  $i$ -го фактора;  $n$  – кількість факторів, для яких  $k_i \geq 0$ .

Комплексний показник визначається для кожної ЛО окремо. Значення інтегрального показника знаходиться в інтервалі  $[0; 1]$ . Чим більше значення комплексного показника характеризує певну заповідну ділянку, тим більшою є уразливість даної ділянки до антропогенних втручань.

ності 15 м та краще, оверлейна обробка даних тощо. Загальна кількість ЛО в межах певного заповідного об'єкту залежить від ступеня деталізації ландшафтного різноманіття, що визначається детальністю топографічних даних.

Відсутність даних польових спостережень щодо фактичного розподілу ознак АВ унеможливить отримання об'єктивних коефіцієнтів значимості. Розробка природоохоронних рекомендацій повинна враховувати ландшафтну структуру заповідної території.

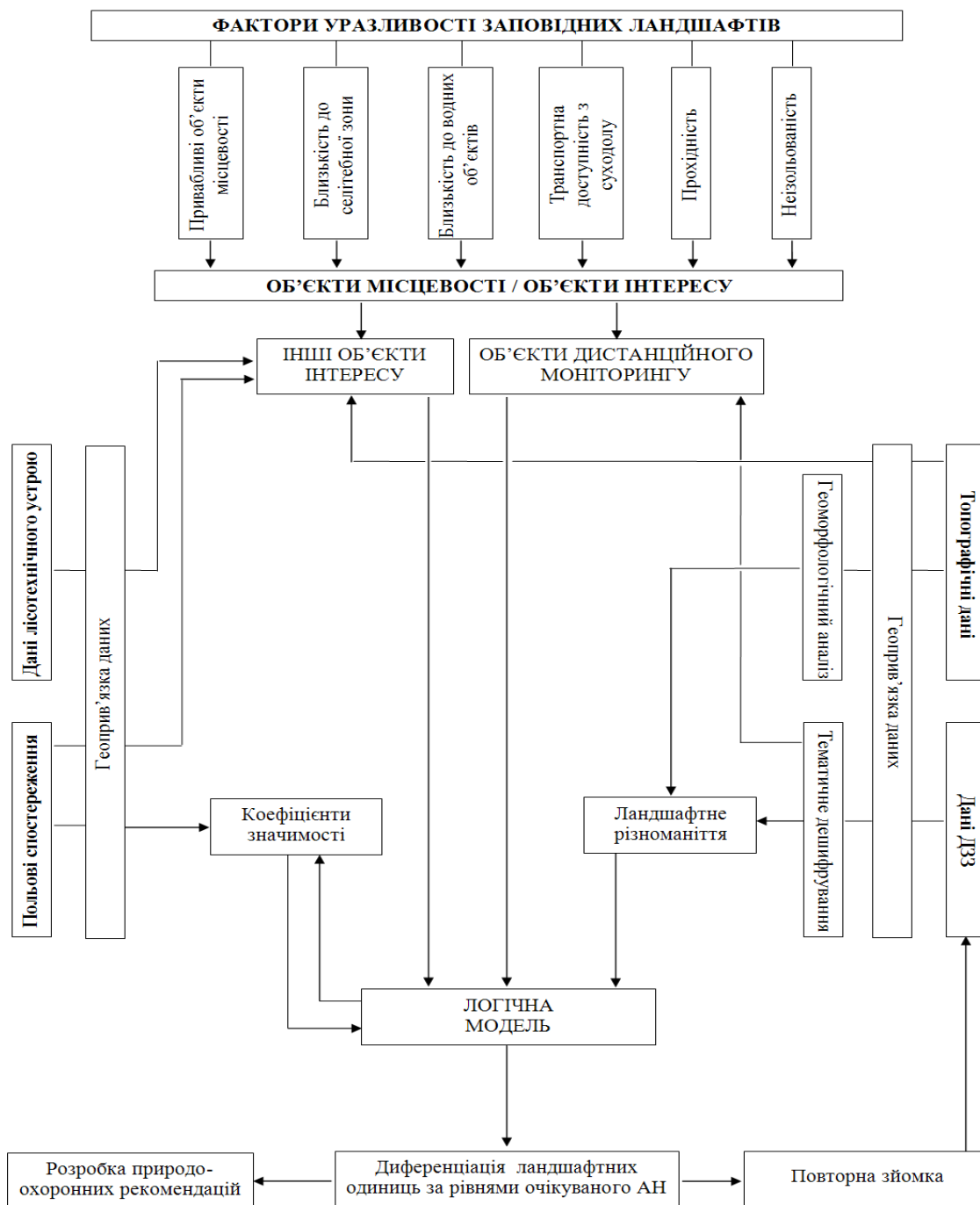


Рисунок 2 – Концептуальна схема опосередкованого дистанційного моніторингу антропогенних навантажень на заповідні ландшафти

### Висновки

1. Потенційну уразливість заповідних територій з боку людини визначає низка факторів, вплив яких оцінюється через певні об'єкти місцевості – об'єкти інтересу.

2. Дистанційний моніторинг об'єктів інтересу дозволяє актуалізувати інформацію про можливі антропогенні навантажен-

ня на заповідні ландшафти на певні моменти спостережень та вирішує проблему безконтактності досліджень територій ПЗФ України.

3. Застосування логічних діаграм Венна забезпечує якісну оцінку явищ та дозволяє виділити класи з максимальними і мінімаль-

ними характеристиками, а також згрупувати об'єкти досліджень з однаковими характеристиками до одного класу. Наявність інформації про вагові коефіцієнти змінних таб-

лиці Вєнна дає можливість модифікувати логічні діаграми або перейти до класичного методу розрахунку – як середнє зваженє арифметичнє.

### Перелік посилань

1. Виноградов Б.В. Космические исследования биоты / Б.В. Виноградов // Вестник Московского ун-та. Сер. 5. География. — 1996. — № 6. — С. 9-15.
2. Востокова Е.А. Использование цветных синтезированных снимков при изучении антропогенной нарушенности лесов / Е.А. Востокова // Исследование Земли из космоса. — 1990. — № 4. — С. 63-68.
3. Гродзинський М.Д. Основи ландшафтної екології : підруч. / М.Д. Гродзинський. — К. : Либідь, 1993. — 224 с.
4. Гродзинський М.Д. Стійкість геосистем до антропогенних навантажень / М.Д. Гродзинський. — К. : Лікей, 1995. — 233 с.
5. Дуров А.Г. Оценка природных и экономических ресурсов для рекреационных целей / А.Г. Дуров // Вестник Ленинградского ун-та. № 18. Геология. География. — 1975. — Вып. 3. — С.108-115.
6. Заповедники СССР. Заповедники европейской части РСФСР. Ч. II / [под общ. ред. В.Е.Соколова, Е.Е. Сыроечковского]. — М. : Мысль, 1989. — 304 с.
7. Заповідна справа в Україні : навч. посіб. / [Андрієнко Т.Л., Малишева Н.Р., Парчук Г.В. та ін.] ; під заг. ред. М.Д. Гродзинського, М.П. Стеценка. — К. : 2003. — 306 с.
8. Иванов А.Н. Проблемы рекреационного использования особо охраняемых территорий (на примере Долины Гейзеров) / А.Н. Иванов, В.А. Валебная, В.П. Чижова // Вестник Московского ун-та. Сер. 5. География. — 1995. — № 6. — С. 68-74.
9. Использование космических снимков для изучения динамики зарастания гарей / В.М. Жирин, В.И.Сухих, А.В. Шаталов [и др.] // Исследование Земли из космоса. — 2004. — № 5. — С. 69-76.
10. Количественный метод определения величины антропогенной (суммарной экологической) нагрузки на территорию / А.М. Трофимов, Н.П. Торсуев, В.В. Байдерин [и др.] // География и природные ресурсы. — 1992. — № 2. — С. 22-28.
11. Кондаков Н.И. Введение в логику / Н.И. Кондаков. — М. : Наука, 1967. — 467 с.
12. Кузичев А.С. Диаграммы Вєнна / А.С. Кузичев. — М. : Наука, 1968. — 252 с.
13. Мєдинская Л.Л. Оценка воздействия хозяйственной деятельности на природную среду Днепропетровской области / Л.Л. Мєдинская // Вісник Дніпропетровського ун-ту. Геологія. Географія. — 1998. — Вип. 2. — С. 106-108.
14. Мєдинська Л.Л. Територіальна диференціація інтенсивності антропогенного навантаження в екологічно напружених регіонах (на прикладі Криворіжжя) : авторєф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. геогр. наук : спец. 11.00.11 / Л.Л. Мєдинська. — Харків, 2001. — 21 с.
15. Нухимовская Ю.Д. Влияние внешних антропогенных факторов на экосистемы заповедников / Ю.Д. Нухимовская, Л.В. Алексеева // Актуальные вопросы заповедного дела : сб. науч. трудов ЦНИЛ Главохоты РСФСР. — М., 1988. — С. 104-126.
16. Нухимовская Ю.Д. Оптимизация заповедного режима / Ю.Д. Нухимовская, Л.А. Бибикина // Актуальные вопросы заповедного дела : сб. науч. трудов ЦНИЛ Главохоты РСФСР. — М., 1988. — С.84-99.
17. Ратанова М.П. Оценка воздействия хозяйственной деятельности на природную среду / М.П.Ратанова, Н.В. Сороковикова // Вестник Московского ун-та. Сер. 5. География. — 1988. — № 4. — С. 54-59.
18. Реймерс Н.Ф. Особо охраняемые природные территории / Н.Ф. Реймерс, Ф.Р. Штильмарк. — М. : Мысль, 1978. — 295 с.
19. Ромасько В.Ю. Послепожарная инвентаризация лесных территорий по спутниковым данным / В.Ю. Ромасько, В.Б. Кашкин, А.И. Сухинин // Исследование Земли из космоса. — 1998. — № 6. — С.99-103.



20. Съёмка “Landsat” в анализе шелкопрядников Южной Сибири / В.И. Харук, К.Дж. Рэнсон, В.В. Кузьмичев [и др.] // Исследование Земли из космоса. — 2002. — № 4. — С. 79-90.

21. Тараненко О.С. Аналіз можливості визначення ареалів антропогенного впливу на територію Дніпровсько-Орільського природного заповідника за допомогою даних ДЗЗ / О.С.Тараненко // Астрономічна школа молодих вчених. Актуальні проблеми астрономії і космонавтики : міжнар. наук. конф., 29-31 трав. 2008 р. : зб. тез. — Київ—Чернігів, 2008. — С.28.

22. Тараненко О.С. Використання GPS- та ДЗЗ- технологій на етапі формування геоінформаційної бази даних антропогенного навантаження на заповідну територію / О.С.Тараненко // Людина і Космос : XI міжнар. молод. наук.-практ. конф., 8-10 квіт. 2009 р. : зб. тез. — Дніпропетровськ, 2009. — С. 492.

23. Тараненко О.С. Динаміка площі хвойних лісів на території Дніпровсько-Орільського природного заповідника за даними ДЗЗ / О.С. Тараненко // Людина і Космос : XIII міжнар. молод. наук.-практ. конф., 13-15 квіт. 2011 р. : зб. тез. — Дніпропетровськ, 2011. — С. 590.

24. Тараненко О.С. Основи організації аерокосмічного моніторингу антропогенного впливу на територію Дніпровсько-Орільського природного заповідника / О.С. Тараненко, В.М. Гладілін // Містобудування та територіальне планування. — 2012. — Вип. 44. — С. 490-499.

25. Тараненко О.С. Розробка моделі визначення очікуваного антропогенного навантаження на територію Дніпровсько-Орільського природного заповідника / О.С. Тараненко // Інженерна геодезія. — 2002. — Вип. 48. — С. 236-244.

*Стаття надійшла до редколегії 27.10.2014 р. українською мовою  
Стаття рекомендована членом редколегії д-ром біол. наук Г.Г. Шматковим*

**О.С. ТАРАНЕНКО**

*Институт проблем природопользования и экологии НАН Украины,  
г. Днепропетровск, Украина*

#### **ДИСТАНЦИОННЫЙ МОНИТОРИНГ АНТРОПОГЕННЫХ НАГРУЗОК НА ЗАПОВЕДНЫЕ ЛАНДШАФТЫ**

**Предложена методика опосредованного дистанционного мониторинга антропогенных нагрузок на заповедные ландшафты. Усовершенствована модель определения ожидаемой антропогенной нагрузки на основе логических диаграмм Венна. Конкретизированы объекты мониторинга по многозональным данным ДЗЗ.**

**Ключевые слова:** дистанционный мониторинг, ожидаемая антропогенная нагрузка, заповедные ландшафты, диаграммы Венна.

**O.S. TARANENKO**

*Institute for Nature Management Problems and Ecology of National Academy of Sciences of Ukraine,  
Dnipropetrovsk, Ukraine*

#### **AEROSPACE MONITORING OF THE ANTHROPOGENIC LOADING ON THE NATURE RESERVED LANDSCAPES**

**The technique of mediated aerospace monitoring of the anthropogenic loading on the nature reserved landscapes has been suggested. It's improved the model on the determination of the expecting anthropogenic loading which is based on the logical diagrams of Venn. Also it has been given concrete expression of the monitoring objects by multispectral data remote sensing of Earth.**

**Keywords:** aerospace monitoring, expecting anthropogenic loading, nature reserved landscapes, diagrams of Venn.