

УДК 628.5.05

А. Г. Алексанян, студ., (НТУУ «КПІ»), О. Я. Тверда, к. т. н., ас. (НТУУ «КПІ»)

**ОЦІНКА СТАНУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ МЕТОДОМ
ЛІХЕНОІНДИКАЦІЇ**

A. G. Aleksanian, stud., (NTUU «KPI»), O. Ya. Tverda, Ph.D, as. (NTUU «KPI»)

EVALUATION OF AIR QUALITY BY LICHENOINDICATION

Виконано порівняння критеріїв оцінки стану атмосферного повітря при ліхеноіндикації методом аналізу ієрархій. Визначено загальний ступінь важливості кожного критерію. Встановлено, що найбільш вагомим є критерій оцінки стану атмосферного повітря – відсоток дерев, на яких зустрічаються лишайники.

***Ключові слова:** атмосферне повітря, біоіндикація, критерії оцінки, лишайники, ліхеноіндикація, метод аналізу ієрархій.*

Выполнено сравнение критериев оценки состояния атмосферного воздуха при лишеноиндикации методом анализа иерархий. Определена общая степень важности каждого критерия. Установлено, что наиболее значительным является критерий оценки состояния атмосферного воздуха – процент деревьев, на которых встречаются лишайники.

***Ключевые слова:** лишеноиндикация, биоиндикация, атмосферный воздух, критерии оценки, лишайники, метод анализа иерархий.*

Comparison of criteria for evaluating the state of air during the lichenoidication by the analytic hierarchy process is done. The overall degree of each criterion importance is determined. The most important criterion is the assessment of the air by determining the percentage of trees with lichens.

***Keywords:** lichenoidication, bioindication, air, evaluation criteria, lichens, analytic hierarchy process.*

Вступ. У зв'язку із стрімким поширенням впливу антропогенних чинників на навколишнє середовище, постає проблема збереження стану рівноваги в природі та збереження екосистем. Для цього необхідно проводити оцінку стану навколишнього середовища. Одним із методів такої оцінки є біоіндикація, а саме ліхеноіндикація.

Біоіндикація — це оцінка якості середовища існування або її окремих характеристик за станом біоти у природних умовах. Використовуючи біоіндикацію, можна оцінити міру забруднень навколишнього середовища, здійснювати постійний контроль (моніторинг) його якості та змін. Головною метою біоіндикації є діагностика стану екосистем шляхом

встановлення здатності організмів до адаптації у відповідних умовах довкілля [1]. Перевагою цього методу є відсутність спеціальних допоміжних приладів, складних теоретичних знань та умінь.

До організмів індикаторів (біоіндикаторів) належать лишайники. Для визначення стану навколишнього середовища, зокрема, якості повітря, використовується висока чутливість лишайників до забруднень, викликана тим, що взаємодію їх компонентів легко порушити. З повітрям або дощем у лишайник надходять поживні речовини, а разом з тим і токсичні. Це відбувається тому, що лишайники не мають жодних спеціальних органів для вилучення вологи з субстрату, а поглинають її всім талломом. Тому вони особливо вразливі до забруднення повітря [2].

Мета роботи - визначення ступеня важливості критеріїв оцінки стану атмосферного повітря при ліхеноіндикації, за допомогою методу аналізу ієрархій.

Результати досліджень. В роботі проведено ліхеноіндикацію трьох зон: паркової; поблизу житлових будинків; біля траси. Метод ліхеноіндикації передбачає визначення трьох критеріїв оцінки стану атмосферного повітря: відсоток дерев, на яких зустрічались лишайники; відсоток дерев, на яких зустрічались листуваті лишайники; ступінь покриття дерева лишайником.

Дослідження проводили у кожній зоні, де оцінювали дерева, дотримуючись систематики (кожне 2-ге дерево). Отримавши дані по кожному з дерев, підраховано середнє значення критеріїв оцінки стану атмосферного повітря для кожної зони. Для більш достовірних даних було проведено декілька незалежних оцінок, середнє значення яких наведено у табл. 1.

Таблиця 1. Результати моніторингу досліджуваних зон

Критерії вимірювання	Дослідні зони		
	Зона житлових будинків (%)	Паркова зона (%)	Біля траси (%)
Відсоток дерев на яких зустрічаються лишайники	<82>%	<90>%	<82>%
Відсоток дерев на яких зустрічаються листуваті лишайники	<64>%	<72>%	<36>%
Ступінь покриття дерев лишайником	<16,5>%	<31>%	<33>%

У результаті проведеної науково-дослідної роботи було встановлено, що за першим критерієм оцінки більший ступінь забрудненості спостерігався в зоні житлових будинків і траси і склав 82 %. За другим критерієм ступінь забрудненості зон у бік зменшення можна розмістити наступним чином: паркова зона (72 %) – зона житлових будинків (64 %) – траса (36 %). За третім

критерієм ступінь покриття лишайниками в зоні житлових будинків в 2 рази нижчий, ніж в інших зонах, а саме 16,5%.

Аналіз результатів проведених експериментальних досліджень показав, що паркова зона є найбільш чистою зоною. І все ж слід зауважити, що показники не дають статистично достовірної різниці, як наприклад, у випадку оцінки за першим критерієм.

Метод аналізу ієрархій, в нашому випадку, дозволить обрати найбільш вагомий критерій оцінки стану атмосферного повітря. Кожному критерію оцінки (P) призначено характеристики (H). За бальною системою оцінювалась відносна важливість кожної характеристики для кожного з критеріїв оцінки. Даний метод дозволив обрати критерій, що найбільше відповідає характеристикам (H) (табл. 2) [3].

Таблиця 2. Матриця логічного порівняння характеристик критеріїв оцінки стану атмосферного повітря

Критерії вимірювання	Імовірність похибки (H1)	Загальна показовість (H2)	Статистична дистанція (H3)
	$\alpha_0^1 = 3$	$\alpha_0^2 = 2$	$\alpha_0^3 = 1$
Відсоток дерев, на яких зустрічаються лишайники (P1)	$\alpha_1^1 = 3$	$\alpha_1^2 = 2$	$\alpha_1^3 = 3$
Відсоток дерев, на яких зустрічаються листоваті лишайники (P2)	$\alpha_2^1 = 2$	$\alpha_2^2 = 3$	$\alpha_2^3 = 1$
Ступінь покриття дерев лишайником (P3)	$\alpha_3^1 = 1$	$\alpha_3^2 = 1$	$\alpha_3^3 = 2$

За табл. 2 виконано розрахунок відносного ступеня важливості характеристик критеріїв оцінки при проведенні ліхеноіндикації. Для порівняння характеристик критеріїв оцінки стану атмосферного повітря при ліхеноіндикації та визначення їх ступеня важливості за аналогією з табл. 2 складено матриці табл. 4-6.

Загальний ступінь важливості критеріїв оцінки при ліхеноіндикації розраховується наступним чином і складає:

$$N_1 = M_1^1 \cdot M_0^1 + M_1^2 \cdot M_0^2 + M_1^3 \cdot M_0^3 = 0,333,$$

$N_1=0,333; N_2=0,254; N_3=0,293$ відповідно.

Таблиця 3. Заповнення матриці та розрахунок коефіцієнтів значущості

Характеристики критеріїв вимірювання	H1	H2	H3	Середнє геометричне або вага характеристики	Ступінь важливості характеристик
H1	1	$A_0^{12} = \frac{a_0^1}{a_0^2}$	$A_0^{13} = \frac{a_0^1}{a_0^3}$	$B_0^1 = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n A_0^{1j}}$	$M_0^1 = \frac{B_0^1}{B_0}$
H2	$A_0^{21} = \frac{a_0^2}{a_0^1}$	1	$A_0^{23} = \frac{a_0^2}{a_0^3}$	$B_0^2 = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n A_0^{2j}}$	$M_0^2 = \frac{B_0^2}{B_0}$
H3	$A_0^{31} = \frac{a_0^3}{a_0^1}$	$A_0^{32} = \frac{a_0^3}{a_0^2}$	1	$B_0^3 = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n A_0^{3j}}$	$M_0^3 = \frac{B_0^3}{B_0}$
Сума	-	-	-	$B_0 = \sum_{i=1}^n B_0^i$	1

Таблиця 4. Аналіз характеристик та визначення їх ступеня важливості

Характеристики	H1	H2	H3	Середнє геометричне або вага характеристики	Ступінь важливості характеристик
P1	1	1,5	3	1,65	0,49
P2	0,66	1	2	1,1	0,34
P3	0,33	0,5	1	0,55	0,17
Сума	-	-	-	3,23	1

Таблиця 5. Аналіз характеристик критеріїв оцінки та визначення їх ступеня важливості при оцінці стану атмосферного повітря за першим критерієм

Характеристики	H1	H2	H3	Середнє геометричне або вага характеристики	Ступінь важливості характеристик
P1	1	1,5	1	1,14	0,375
P2	0,66	1	0,66	0,76	0,25
P3	1	1,5	1	1,14	0,375
Сума	-	-	-	3,04	1

Таблиця 6. Аналіз характеристик критеріїв оцінки та визначення їх ступеня важливості при оцінці стану атмосферного повітря за другим критерієм

Характеристики	H1	H2	H3	Середнє геометричне або вага характеристики	Ступінь важливості характеристики
P1	1	0,66	2	1,1	0,34
P2	1,5	1	3	1,65	0,49
P3	0,5	0,33	1	0,55	0,17
Сума	-	-	-	3,23	1

Таблиця 7. Аналіз характеристик критеріїв оцінки та визначення їх ступеня важливості при оцінці стану атмосферного повітря за третім критерієм

Характеристики	H1	H2	H3	Середнє геометричне або вага характеристики	Ступінь важливості характеристики
P1	1	1	0,5	0,8	0,25
P2	1	1	0,5	0,8	0,25
P3	2	2	1	1,59	0,5
Сума	-	-	-	3,19	1

Висновки

За допомогою методу аналізу ієрархій виконано порівняння критеріїв оцінки стану атмосферного повітря при ліхеноіндикації. В ході роботи було визначено загальний ступінь важливості кожного критерію: 0,333;0,254;0,293 відповідно. Згідно з загальним ступенем важливості критеріїв встановлено, що найбільш вагомим є перший критерій оцінки стану атмосферного повітря – відсоток дерев, на яких зустрічаються лишайники.

Слід зазначити, що подібний аналіз можна виконати і для більшої кількості критеріїв з більш широким спектром характеристик. Також постає завдання кількісної оцінки стану атмосферного повітря, визначення прямих залежностей критеріїв оцінки стану атмосферного повітря від концентрації шкідливих газів в атмосфері, що надасть змогу отримувати точніші дані.

Список використаних джерел

1. Shubert R. Bioindikatsiya zagriaznenii nazemnykh ekosistem / R. Shubert – M.: Mir, 1988. – 348 s.
2. Blum O.B. Opredelitel lishainikov SSSR / O.B. Blum, A.V. Dombrovskaya, Ts.N. Inashvili // Kalitsievye-Gialektovye. – 1975. – Vyp. 3. – S. 85 – 105.
3. Saati T.L. Priniatie reshenii. Metod analiza ierarhii / T.L. Saati – M.: Radio i sviaz, 1989. – 316 s.

Стаття надійшла до редакції 04.04.2014 р.