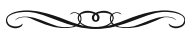


УДК: 528.9:001.82

Т. М. Курач, Р. В. Олійник

Київський національний університет імені Тараса Шевченка



ЕКСПЕРТНИЙ АНАЛІЗ ІЄРАРХІЙ ВЛАСТИВОСТЕЙ КАРТ

У статті, на основі методу аналізу ієрархій Т. Сааті, запропоновано процедуру визначення пріоритету властивостей карт, які задовольняють необхідним вимогам. Матриці парних порівнянь основних властивостей карт, для всіх залучених експертів, перевірені на ступінь узгодженості, що дозволило виявити розбіжності серед експертів і, як наслідок, створити узгоджену експертну комісію з помірною тісністю зв'язку. В результаті колективного експертного оцінювання встановлено пріоритети основних властивостей карт.

Ключові слова: експертна комісія, колективна експертна оцінка, узгодженість експертних оцінок, критерії оцінювання.

T. Kurach, R. Oleynik

EXPERT ANALYSIS OF HIERARCHIES OF PROPERTIES OF MAPS

Article represents the use of hierarchical analysis method of T. Saati, a procedure for definition of properties priority of maps which meet necessary conditions is offered. Pair comparison matrices of the main map properties, for all involved experts, are checked on coherence degree, allowing to reveal divergences among experts and as a result creating the coordinated expert commission with moderate narrowness of communication. As a result of collective expert estimation priorities of the main map properties are established.

Keywords: expert commission, collective expert assessment, coherence of expert estimates, criteria of estimation.

Т. Н. Курач, Р. В. Олейник

ЭКСПЕРТНЫЙ АНАЛИЗ ИЕРАРХИЙ СВОЙСТВ КАРТ

В статье использован метод анализа иерархии Т. Саати, предложена процедура определения приоритета свойств карт, которые удовлетворяют необходимым условиям. Матрицы парных сравнений основных свойств карт, для всех задействованных экспертов, проверены на степень согласованности, что позволило выявить расхождения среди экспертов и, как следствие, создать согласованную экспертную комиссию с умеренной теснотой связи. В результате коллективного экспертного оценивания установлены приоритеты основных свойств карт.

Ключевые слова: экспертная комиссия, коллективная экспертная оценка, согласованность экспертных оценок, критерии оценивания.

Вступ. Зі значним збільшенням розмаїття створених творів та методик відображення за допомогою ГІС-технологій виникла проблема ідентифікації карт, класифікації та оцінювання множини геозображень. Вона має як прикладний, так і фундаментальний характер. Фундаментальність проблем ідентифікації геозображень полягає в тому, що на даний момент немає точних методів дискретної оптимізації нетривіальних розв'язків задач будь-якої природи, у тому числі й картографічних. Прикладний аспект характеризується тим, що кількість геозображень постійно збільшується, що призводить до невпорядкованості й невизначеності в їх класифікації та ідентифікації. Процесу ефективного пошуку ідентифікації геозображень у сучасних умовах приділяється мало уваги. Тому метою даної роботи є розроблення кількісної процедури виявлення вагомості властивостей, за якими оцінюється географічна карта і геозображення будь-якого типу. Дана процедура пошуку ваги відповідних критеріїв карт розглядається на базі їх основних властивостей та ранжирування методом аналізу ієрархій Т. Сааті [5, 6].

Вихідні передумови. Для встановлення пріоритету властивостей географічних карт сформовано експертну комісію зі спеціалістів відповідної галузі та проведено експертне оцінювання. До найбільш

використовуваних процедур експертних оцінювань відносять: ранжирування, парне порівняння, множинне порівняння, безпосередня оцінка, послідовне порівняння, метод Терстоуна, Черчмена-Акоффа, метод фон Неймана-Моргенштерна [1, 2]. У даному дослідженні експертне оцінювання базувалося на основі методу аналізу ієрархії (МАІ).

Для оцінки пріоритету властивостей географічних карт обрано 12 властивостей, які досить докладно окреслені в монографії [3, с. 42], це: 1) просторово-часова подібність; 2) змістова відповідність; 3) абстрактність; 4) вибірність; 5) синтетичність; 6) метричність; 7) однозначність; 8) безперервність; 9) наочність; 10) читаність; 11) оглядовість; 12) інформативність. До вищезазначених властивостей додано ще три (генералізованість, система умовних позначень, наявність легенди), за допомогою яких чітко ідентифікуються карти, при цьому дві з них є «основними принципами, що визначають специфіку географічних карт: використання особливих знакових систем; відбір та узагальнення явищ» [7, с. 5]. Окремо виділено наявність легенди як обов'язкового елемента карти, що дає пояснення системі умовних позначень використаних на карті.

Мета дослідження – провести узгоджене експертне оцінювання основних властивостей географічних карт та оцінити їх вагомість.

Виклад основного матеріалу. У рамках методу [5, 6] розглянемо n об'єктів або факторів, які необхідно порівняти експертам. Головною метою експертної оцінки є визначення відносної важливості цих об'єктів.

Нехай A_1, A_2, \dots, A_n – сукупність об'єктів. У рамках експертного оцінювання ці об'єкти характеризуються за допомогою позитивних чисел, відповідно $\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n$, на наявність і ступінь прояву деякої властивості відміченою експертизою. Наприклад, число ω_i відображає ступінь прояву (інтенсивність) розглянутої властивості у об'єкта A_i . Числа ω_i , залежно від контексту, називають «вагою» або «інтенсивністю» об'єктів A_i . Для зручності оперують нормованими величинами ω_i^* , які характеризуються наступною властивістю:

$$\omega_1^* + \omega_2^* + \dots + \omega_n^* = 1$$

Таким чином, при використанні нормованих величин, що $(\omega_i^* \cdot 100\%)$ являють собою вагу об'єкту A_i , вираженого у відсотках, порівнюючи вагу кожного об'єкту з вагою інших об'єктів, утворимо тим самим матрицю відносних ваг:

$$A = (a_{ij}) = \begin{pmatrix} \frac{\omega_1}{\omega_1} & \frac{\omega_1}{\omega_2} & \dots & \frac{\omega_1}{\omega_n} \\ \frac{\omega_2}{\omega_1} & \frac{\omega_2}{\omega_2} & \dots & \frac{\omega_2}{\omega_n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \frac{\omega_n}{\omega_1} & \frac{\omega_n}{\omega_2} & \dots & \frac{\omega_n}{\omega_n} \end{pmatrix} \quad (1)$$

Матриці відносних ваг характерні наступні вла-

стивості: $a_{ij} = \frac{\omega_i}{\omega_j} > 0$, для всіх i й j , тому що всі $\omega_i > 0, \omega_j > 0$. $a_{ij} = \frac{\omega_i}{\omega_i} = 1$ для всіх $i = 1, 2, \dots, n$.

Матриця A обернено симетрична, а саме $a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}}$.

Матриця A має властивість спільності, а саме

$$a_{ij} a_{jk} = \frac{\omega_i}{\omega_j} \frac{\omega_j}{\omega_k} = \frac{\omega_i}{\omega_k} = a_{ik} \text{ для всіх } i, j \text{ й } k. \text{ Якщо з}$$

ваг $\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n$ утворити вектор-стовпець ω :

$$\omega = \begin{pmatrix} \omega_1 \\ \omega_2 \\ \dots \\ \omega_n \end{pmatrix}, \quad (2)$$

то неважко переконатися, що має місце рівність $A^* \omega = n^* \omega$. Звідки

$$\begin{aligned} (a_{i1} a_{i2} \dots a_{in})^* \begin{pmatrix} \omega_1 \\ \omega_2 \\ \dots \\ \omega_n \end{pmatrix} &= a_{i1} \omega_1 + a_{i2} \omega_2 + \dots + a_{in} \omega_n = \dots \\ &= \frac{\omega_i}{\omega_1} \omega_1 + \frac{\omega_i}{\omega_2} \omega_2 + \dots + \frac{\omega_i}{\omega_n} \omega_n = n^* \omega_i, \end{aligned}$$

що збігається з i -им компонентом вектора, розташованого в правій частині співвідношення. Виконання рівності означає, що число n є власним значенням матриці відносних ваг A , у той час як ω є власним вектором, що відповідає цьому власному значенню. В лінійній алгебрі число λ називають власним значенням матриці A , а ненульовий вектор-стовпець x – власним вектором, що відповідає власному значенню λ , якщо має місце рівність

$$A^* x = \lambda^* x \quad (3)$$

Власне значення матриці A знаходять з так званого характеристичного рівняння

$$|A - \lambda^* E| = 0, \quad (4)$$

де, $|A - \lambda^* E|$ – визначник відповідного матричного виразу, а E – одинична матриця. Характеристичне рівняння (3) для матриці n -го порядку являє собою алгебраїчне рівняння n -го ступеню. Отже, матриця A порядку n має n комплексних власних чисел, які є коренями відповідного характеристичного рівняння. Для матриці відносних ваг, що має відповідні чотири розглянуті вище властивості, можна довести наступне положення. Матриця відносних ваг $A = (\omega_i / \omega_j)$ має лише два дійсних власних значення: n та 0 . Якщо позначити $\lambda_{\max} = n = \max\{n, 0\}$, то відповідно (3) можна представити у вигляді

$$A \omega = \lambda_{\max} \omega \quad (5)$$

Рівність (5) є основою для подальшого математичного оброблення й інтерпретації експертних оцінок у рамках методу аналізу ієрархій.

На практиці, при проведенні експертного оцінювання, дуже важко одночасно порівняти властивості всієї групи об'єктів A_1, A_2, \dots, A_n , яких може бути досить багато, і надати їм відповідні ваги $\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n$. Набагато легше порівнювати об'єкти попарно, характеризуючи їх за допомогою будь-якої шкали оцінок ступеня переваг одного об'єкта над іншим. Схема попарного порівняння об'єктів широко використовується в різних методах експертного оцінювання й приводить до побудови матриці парних порівнянь

$$A^* = (a_{ij}^*) = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{pmatrix}.$$

Заповнюючи елементи цієї матриці, при парному порівнянні, експерти ще не знають всього набору чисел $\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n$, як ваг об'єктів. Їх завдання саме й полягає в тому, щоб визначити їх згодом. При парному порівнянні матриця заповнюється числами

$A = (\omega_i / \omega_j)$ які характеризують відносну перевагу (важливість, вагу) об'єкта A_i над об'єктом A_j , у той час як власна вага цих об'єктів ω_i, ω_j поки що не визначена. Для визначення чисел a_{ij} необхідно утворити шкалу, за якою буде оцінюватися перевага одного об'єкта над іншим при їхньому попарному порівнянні. Для експертного оцінювання прийнята 9-бальна шкала, запропонована автором методу аналізу ієрархій Т. Сааті [5, 6].

Матриця парних порівнянь заповнюється у такий спосіб. Об'єкт A_1 порівнюють із усіма іншими A_2, \dots, A_n , заповнюючи послідовно перший рядок матриці. Потім об'єкт A_2 порівнюють з усіма іншими, заповнюючи другий рядок числами a_{ij} , визначеними за шкалою відносної ваги й так далі.

Якщо вага об'єкта A_i дорівнює вазі об'єкта A_j , то згідно шкали $\hat{a}_{ij} = 1$. Якщо вага об'єкта A_i більша ніж вага об'єкта A_j , то у відповідності зі шкалою експерти визначають ступінь переваги, що виражається в балах, причому $\hat{a}_{ij} > 1$. Якщо навпаки, вага об'єкта A_i менша ніж вага об'єкта A_j , то за шкалою задається оцінка $\hat{a}_{ij} < 1$.

За правилами заповнення матриць парних порівнянь повинні виконуватись умови:

1) $\hat{a}_{ij} = \omega_i / \omega_j > 0$ для всіх i й j , тому що всі оцінки позитивні (більше нуля).

2) $\hat{a}_{ij} = \omega_i / \omega_j = 1$ для всіх $i = 1, 2, \dots, n$.

3) Елементи матриці \hat{A}^* мають зворотну симетрію, а саме $\hat{a}_{ij} = 1/a_{ji}$ інакше кажучи, якщо перевага об'єкта A_i над об'єктом A_j оцінюється за шкалою, наприклад, в 5 балів і $\hat{a}_{ij} = 5$, то зворотне співставлення об'єкта A_j з A_i повинне автоматично давати оцінку $a_{ji} = 1/5$.

Очевидно, що при заповненні матриці парних порівнянь зручно визначати тільки ті елементи, що стоять вище діагоналі. Діагональні елементи дорівнюють одиниці, а елементи під діагоналлю, відповідно наведених умов, визначаються автоматично. Необхідно звернути увагу на те, що матриця парних порівнянь має всі властивості матриці відносних ваг у схемі ідеального порівняння, крім четвертого. Таким чином, вона не володіє, в загальному випадку, властивістю спільності $\hat{a}_{ij} a_{jk} = a_{ik}$. Це відбувається через те, що експерти не знають точно вагу об'єктів $\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n$, а оперують лише їхніми відносними значеннями a_{ij} . Використовуючи метод аналізу ієрархій за допомогою парних порівнянь знаходимо відносний ступінь взаємодії елементів (основних властивостей карт) на кожному ієрархічному рівні або перевагу одних елементів відносно інших. Цим порівнянням була надана чисельна оцінка. При розгляді та порівнянні властивостей карт, необхідно прагнути до того, щоб декомпозиція була доведена до такого рівня, на якому парні порівняння виконувались компетентними у даній області фахівцями. До складу експертної комісії були залучені фахівці картографи і географи. Саме на основі отриманих експертних оцінок вищевказаних фахівців і було

побудовано матрицю порівняння основних властивостей географічних карт (табл. 1).

У табл. 1 кожний елемент матриці, що відповідає експертній оцінці, визначається як результат порівняння двох відповідних характеристик у вигляді «розумних» (взаємно обернених) чисел. Для визначення цих чисел використовувалась спеціальна шкала порівнянь, яка дозволяє привласнювати чисельні оцінки, що характеризують перевагу одного елемента досліджуваної системи над іншим.

Для кожної матриці порівнянь (13 експертів) було визначено оцінку узгодженості експертних суджень. Якщо умова узгодженості не виконувалась, то на даному конкретному ієрархічному рівні повторно проводилась процедура експертного оцінювання. Після цього на кожному ієрархічному рівні було побудовано вектор пріоритетів, що визначається коефіцієнтами важливості для кожного рівня. Як міра відхилення реальної схеми від ідеальної, використовується індекс узгодженості, який визначено за формулою:

$$I_y = \frac{\lambda_{\max}^* - n}{n - 1} \quad (6)$$

Якщо $I_y \leq 0,2$, то вважається, що розбіжність між ідеальною й реальною схемами порівняння перебуває в допустимих межах і отриманим результатам можна довіряти. Якщо ця умова не виконується, варто переглянути завдання, уточнити експертні оцінки й знову сформувані матрицю парних порівнянь A .

Умова узгодженості виконується лише для 9 експертів (табл. 2), у яких індекс узгодженості $I_y \leq 0,2$, а в решта експертів значно перевищує допустиму межу, що означає наявність суттєвих розбіжностей між їх схемами та ідеальною схемою порівнянь, тобто матриці парних порівнянь не є достатньо узгодженими для їхнього використання в дослідженні.

Подальший аналіз експертного оцінювання пов'язаний із встановленням ступеня узгодженості суджень експертної комісії. Для аналізу застосовано коефіцієнт конкордації Кендалла, який використовується для встановлення тісноти зв'язку між довільним числом критеріїв ранжирування за формулою [4]:

$$W = \frac{12 * S}{m^2 * (n^3 - n)} \quad (7)$$

$$\text{де } S = \sum_{j=1}^n \left(\sum_{i=1}^m R_{ij} - \frac{m(n+1)}{2} \right)^2$$

n – кількість властивостей,

m – кількість експертів,

R_{ij} – ранг j -ої властивості, який присвоєний їй i -им експертом.

Коефіцієнт конкордації розраховувався виходячи з матриці рангів (табл. 3), які присвоєні експер-

Таблиця 1

Порівняння основних властивостей географічних карт (перший експерт)

*	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	ω	ω^*
1	1	1	5	7	8	3	8	9	7	7	7	6	5	3	4	4,55	0,199
2	1	1	5	7	8	3	8	9	7	7	7	6	5	3	4	4,55	0,199
3	1/5	1/5	1	1	2	1/3	5	6	2	4	5	4	1	1/3	1/3	1,19	0,052
4	1/7	1/7	1	1	2	1/3	5	6	2	4	5	4	1	1/3	1/3	1,14	0,049
5	1/8	1/8	1/2	1/2	1	1/6	4	5	1	1/2	4	3	3	1/4	1/4	0,75	0,033
6	1/3	1/3	3	3	6	1	7	8	6	7	6	5	1/3	2	3	2,48	0,11
7	1/8	1/8	1/5	1/5	1/4	1/7	1	1	1/3	3	1	1/2	1/6	1/7	1/3	0,34	0,02
8	1/9	1/9	1/6	1/6	1/5	1/8	1	1	1/4	4	1/2	1/3	1/7	1/8	1/9	0,28	0,01
9	1/7	1/7	1/2	1/2	1	1/6	3	4	1	2	3	2	1/3	1/5	1/4	0,73	0,03
10	1/7	1/7	1/4	1/4	2	1/7	1/3	1/4	1/2	1	2	1	1/4	1/6	1/5	0,36	0,02
11	1/7	1/7	1/5	1/5	1/4	1/6	1	2	1/3	1/2	1	1/2	1/5	1/7	1/5	0,32	0,01
12	1/6	1/6	1/4	1/4	1/3	1/5	2	3	1/2	1	2	1	1/4	1/6	1/6	0,44	0,02
13	1/5	1/5	1	1	1/3	3	6	7	3	4	5	4	1	1/3	1	1,39	0,06
14	1/3	1/3	3	3	4	1/2	7	8	5	6	7	6	3	1	1	2,37	0,10
15	1/4	1/4	3	3	4	1/3	8	9	4	5	5	6	1	1	1	1,99	0,09
Σ	4,4	4,4	24,1	28,1	39,4	12,6	66,3	78,3	39,9	56,0	60,5	49,3	21,7	12,2	15,9	22,91	1,00

* У табл. 1 наведено наступні властивості географічних карт: 1 – просторово-часова подібність, 2 – змістова відповідність, 3 – абстрактність, 4 – вибірність, 5 – синтетичність, 6 – метричність, 7 – однозначність, 8 – безперервність, 9 – наочність, 10 – читаність, 11 – оглядовість, 12 – висока інформативність, 13 – генералізованість, 14 – наявність системи умовних позначень, 15 – наявність легенди.

Таблиця 2

Індекс узгодженості матриць порівнянь членів експертної комісії №1

	Екс 1	Екс 2	Екс 3	Екс 4	Екс 5	Екс 6	Екс 7	Екс 8	Екс 9	Екс 10	Екс 11	Екс 12	Екс 13
λ_{max}	17,087	17,83	17,75	15,85	17,814	17,26	17,62	17,83	17,42	21,51	23,17	24,58	23,05
I_y	0,15	0,20	0,20	0,06	0,20	0,16	0,19	0,20	0,18	0,47	0,58	0,68	0,58

Таблиця 3

Ранжирування критеріїв за значеннями нормованого вектора

	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12	B13	B14	B15	
Екс 1	1	2	9	10	12	3	7	15	11	13	14	6	8	4	5	
Екс 2	5	6	11	14	15	3	8	13	7	4	9	1	12	2	10	
Екс 3	1	5	14	3	2	7	15	11	12	10	13	6	9	8	4	
Екс 4	10	1	14	15	11	9	12	6	2	4	8	7	13	3	5	
Екс 5	5	4	12	13	14	8	10	15	7	6	11	2	9	3	1	
Екс 6	6	3	11	10	13	5	4	14	8	7	15	9	12	1	2	
Екс 7	4	5	10	13	12	3	9	15	8	14	11	7	6	1	2	
Екс 8	6	8	10	4	9	14	3	7	12	13	15	11	5	1	2	
Екс 9	1	2	12	6	7	3	10	14	11	13	15	8	9	4	5	
Сума рангів	39	36	103	88	95	55	78	110	78	84	111	57	83	27	36	
Відх. від сер. суми	-33	-36	31	16	23	-17	6	38	6	12	39	-15	11	-45	-36	
Квад. відх.	1089	1296	961	256	529	289	36	1444	36	144	1521	1	121	2025	1296	
S																11044

тами комісії № 2, вище згаданим 15 властивостям географічних карт.

Для формування матриці рангів використані значення нормованого вектора ω^* , з матриць парних порівнянь складених відповідними експертами. Кожному значенню ω^* присвоєно відповідний ранг, при цьому найбільш важлива властивість отримує ранг (оцінку) 1, наступна 2, і так у порядку зменшення ваги властивості. Метод аналізу ієрархій зокрема показав ще одну важливу перевагу над методом ранжирування, оскільки дозволив уникнути зв'язаних оцінок. Якщо експерт оцінює властивості шляхом надавання їм відповідних рангів, то можлива ситуація, коли важко розподілити деякі властивості за рангами, і окремим з них можуть бути надані однакові ранги, тобто з'являються зв'язані оцінки. МАІ дає можливість провести більш чутливий розподіл та встановлення відповідних рангів для всіх властивостей, а, отже, уникнути зв'язаних оцінок.

Коефіцієнт конкордації, який характеризує узгодженість дії експертної комісії змінюється в межах від 0 (судження експертів повністю протилежні) до 1 (судження експертів повністю збігаються). Розрахунки проведені згідно формули (7), показали що для даного дослідження коефіцієнт конкордації становить $W=0,487$. Значимість коефіцієнта W , оцінена за критерієм Пірсона («хі-квадрат») [1]:

$$\chi^2 = m(n-1) \cdot W$$

Оскільки розраховане значення критерію χ^2 склало 61,36, а табличне – 24,99 (для вірогідності 0,95 та для матриці 9x15), отже виконалась необхідна умова $\chi^2 > \chi^2_{\text{табл.}}$, яка означає, що W є значимим із встановленою вірогідністю. Значення коефіцієнта конкордації 0,487 підтверджує наявність помірної тісноти зв'язку між експертами в комісії № 2.

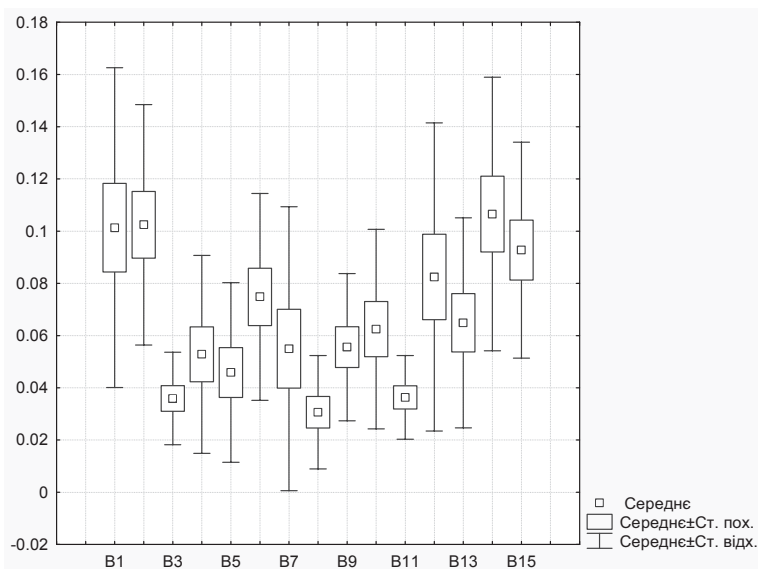


Рис. 1. Діаграма розмаху властивостей географічних карт (експертна комісія №1)

Коллективне експертне оцінювання передбачає усереднення індивідуальних оцінок експертів і така середня оцінка експертної комісії пріоритету властивостей географічних карт вважається істинною. Чим меншими від середніх значень є відхилення в значеннях індивідуальних оцінок, що призначені i -им експертом, тим вища якість даного i -го експерта, яка може бути врахована шляхом надавання йому відповідної ваги (вагового коефіцієнту).

На рис. 1 представлена діаграма розмаху для всіх вказаних властивостей, яка створена на основі оцінок експертною комісією № 1, що складається з 13 експертів. Для кожної властивості знайдено середнє значення та варіаційна статистика – стандартна похибка та стандартне відхилення.

Діаграма розмаху (рис. 1) інтерпретується як колективна експертна оцінка з варіаціями кожної властивості. Такий вид діаграми дає можливість наочно та швидко оцінити ступінь узгодженості чи варіації суджень всіх експертів щодо окремих властивостей. Як видно з діаграми, відхилення від середнього значення є доволі значними при оцінюванні наступних властивостей: B1 – просторово-часова подібність, B2 – змістова відповідність, B6 – метричність, B7 – однозначність, B10 – читаність та B14 – наявність системи умовних позначень.

Для пошуку взаємозалежностей між змінними використовуються піктографіки, оскільки вони графічно добре ідентифікуються за зовнішнім виглядом.

Піктографік «промені» подає значення змінних у вигляді відстаней між центром і кутами піктограми для виявлення характерних розбіжностей чи узгодженості думок між оцінками експертів. З піктограми (рис. 2) слідує, що оцінки 9-го та 13-го експертів найбільш наближені до оцінки комісії (середня оцінка), при цьому оцінки решти експертів є достатньо різнобічними для знаходження явної

одностайності думок. Загалом це говорить про те, що оцінювання було дійсно незалежним і незаангажованим, але у подальшому колективна співпраця потребує коригування й уточнення окремих думок експертів шляхом проведення додаткового опитування.

Основним принципом колективних експертних оцінок є обмежування розмаїття суджень експертів та вирівнювання інформативної неоднорідності між ними шляхом ітеративного підходу до формування колективної думки комісії. Після виключення з аналізу 4-х експертів, які надавали найбільшої розбалансованості колективному оцінюванню, створена нова експертна комісія (комісія № 2), для якої діаграма розмаху властивостей представлена на рис. 3. Зменшення статистичної похибки означає, що проведені уточнення методу оцінювання дали позитивний результат – більш щільна

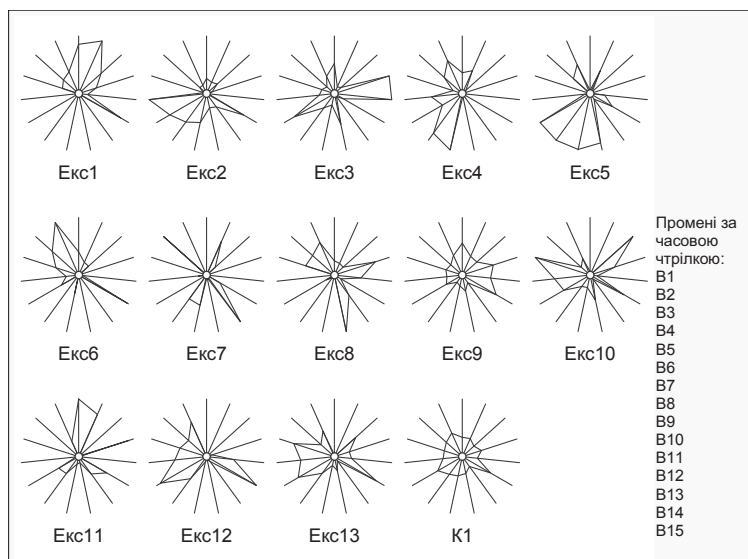


Рис. 2. Піктографіки індивідуальних експертних оцінок і комісії № 1

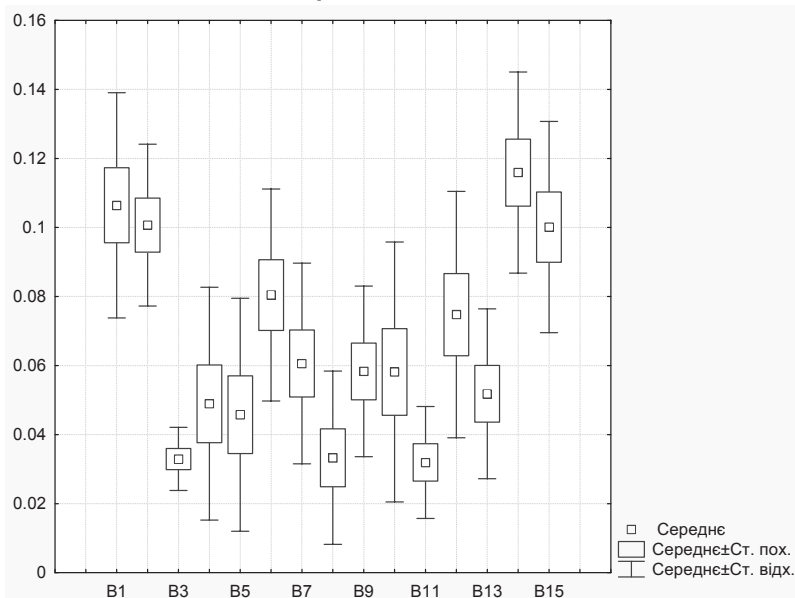


Рис. 3. Діаграма розмаху властивостей географічних карт (експертна комісія №2)

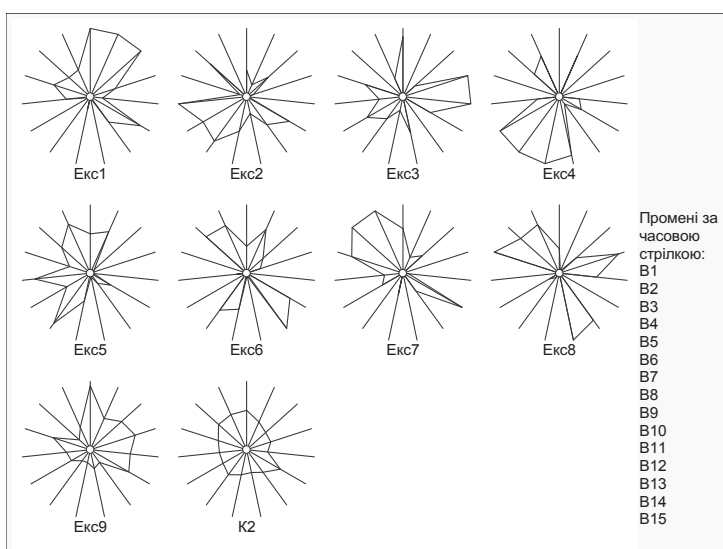


Рис. 4. Піктографіки індивідуальних експертних оцінок і комісії № 2

згуртованість оцінок навколо середніх значень, зменшення величини розмаху в представлених властивостях.

Аналіз діаграми розмаху (рис. 3), щодо кількісного розподілу значень вагових коефіцієнтів за шкалою з шагом 0,05, виявив можливість упорядкування множини властивостей у три групи. Так, до першої групи увійшли властивості – B3, B4, B5, B8 та B11 із значенням вагових коефіцієнтів 0- 0,05, що відповідають наступним властивостям карт – абстрактність, вибірність, синтетичність, безперервність, оглядовість; до другої групи – B6, B7, B9, B10, B12 та B13 із значенням вагових коефіцієнтів 0,05- 0,10, що відповідають властивостям: метричність, однозначність, наочність, читаність, інформативність та генералізованість; до третьої групи – B1, B2, B14 та B15 із значенням вагових коефіцієнтів >0,10, що відповідають властивостям просторово-часової подібності, змістової відповідності, наявності системи умовних позначень та легенди карти.

На представлених піктографіках (рис. 4), уточнених оцінок комісії № 2, прослідковується наближення до узгодженості думок у окремих експертів, наприклад, найбільш наближеним до середнього значення залишився 9-й експерт, а за рядом властивостей спостерігається узгодженість думок між 6 і 8 експертом та 2 і 4.

Висновки та перспективи подальших пошуків. У результаті проведених експертних оцінювань, на основі методу аналізу ієрархій Т. Сааті, встановлено ступінь узгодженості індивідуальних експертних оцінок та узгодженість експертної комісії. Аналіз узгодженості експертної комісії підтверджує наявність помірної тісноти зв'язку між експертами і сформовану експертну комісію № 2 можна в подальшому залучати до наступних рівнів колективного експертного оцінювання. Аналіз діаграми розмаху, щодо кількісного розподілу значень вагових коефіцієнтів виявив можливість упорядкування множини властивостей карт у три групи, що повинно значно спростити на наступному рівні ієрархії процедуру експертизи для експертної комісії стосовно оцінювання множини геообразень.

Рецензент – доктор географічних наук А. М. Даценко

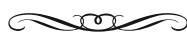
Литература:

1. Айвазян С. А. Прикладная статистика и основы эконометрики / С. А. Айвазян, В. С. Мхитарян. – М.: ЮНИТИ, 1998 – 1000 с.
2. Волкова В. Н. Теория систем и системный анализ / В. Н. Волкова, А. А. Денисов. – М.: ИД Юрайт, 2010. – 679 с.
3. Козаченко Т. І. Картографічне моделювання / Т. І. Козаченко, А. М. Молочко, Г. О. Пархоменко; під ред. А. П. Золовського. – Вінниця, 1999. – 328 с.
4. Ромашкина Г. Ф. Коэффициент конкордации в анализе социологических данных / Г. Ф. Ромашкина, Г. Г. Татарова // Социология. – 2005. – № 20. – С. 131-158.
5. Саати Т. Аналитическое планирование. Организация систем / Т. Саати, К. Кернс – М.: Радио и связь, 1991. – 224 с.
6. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий / Т. Саати. – М.: Радио и связь, 1993. – 278 с.
7. Салищев К. А. Картоведение / К. А. Салищев. – 3-е изд. – М.: Изд-во МГУ, 1990. – 400 с.

УДК 630 (084)

Н. В. Мальшева, Т. А. Золина, Н. А. Владимирова, Н. Э. Райченко

ФБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства» (ФБУ ВНИИЛМ), Федеральное агентство лесного хозяйства России, Москва, Российская Федерация



СОЗДАНИЕ ИНТЕРАКТИВНЫХ КАРТ И ЭЛЕКТРОННОГО АТЛАСА ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ УПРАВЛЕНИЯ ЛЕСНЫМ ХОЗЯЙСТВОМ РОССИИ

Изложены методика и опыт подготовки интерактивных карт и электронного атласа информационно-справочного типа по данным государственного лесного реестра. Составление карт и атласа включает подготовку электронных карт в программной среде ArcGis Desktop версии 10 по данным отраслевых статистических наблюдений и конвертирование готовых макетов в формат SVG, пригодный для интерактивной работы с помощью веб-браузеров.

Ключевые слова: интерактивные карты, электронный атлас, лесное хозяйство, ГИС.

N. V. Malysheva, T. A. Zolina, N. A. Vladimirova, N. E. Rajchenko

INTERACTIVE MAP AND ELECTRONIC ATLAS CREATION FOR THE NEEDS OF RUSSIAN DEPARTMENT OF FORESTRY

The technique and experience on creation of the interactive maps and I&R type electronic atlas based on state forest register are stated. Preparation of maps provides digital mapping by ArcGis Desktop version 10 and converting the ready frames into the SVG format fit for operations by web browsers.

Keywords: interactive maps, electronic atlas, forestry

Н. В. Малишева, Т. А. Золина, Н. А. Владимірова, Н. Е. Райченко

СТВОРЕННЯ ІНТЕРАКТИВНИХ КАРТ І ЕЛЕКТРОННОГО АТЛАСУ ДЛЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ПІДТРИМКИ УПРАВЛІННЯ ЛІСОВИМ ГОСПОДАРСТВОМ РОСІЇ

Викладені методика і досвід підготовки інтерактивних карт і електронного атласу інформаційно-довідкового типу за даними державного лісового реєстру. Складання карт і атласу включає підготовку електронних карт в програмному середовищі ArcGis Desktop версія 10 за даними галузевих статистичних спостережень та конвертування готових макетів у формат SVG, придатний для інтерактивної роботи за допомогою веб-браузерів.

Ключові слова: інтерактивні карти, електронний атлас, лісове господарство, ГІС.

Вступление, исходные предпосылки. Картографическое обеспечение является важнейшим информационным компонентом управления лесным хозяйством России. ГИС-технологии – современный инструментарий, который широко применяют в различных сферах деятельности во всем мире, в том числе и для информационного сопровождения управления лесным комплексом [2]. Визуализация в среде ГИС документированной информации по использованию, охране, защите и воспроизводству

лесных ресурсов в картографической форме призвана способствовать выработке более обоснованных и взвешенных решений по управлению лесным хозяйством России. Данные отраслевых статистических наблюдений сводятся по территориальным единицам управления – лесничествам, субъектам федерации и по России в целом в рамках государственного лесного реестра [3]. Ведение государственного лесного реестра осуществляют во всех регионах России органы исполнительной власти и