

УДК 332.3:65.012

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ ВИКОРИСТАННЯ ЗЕМЕЛЬ НА ОСНОВІ ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ АНАЛІЗУ ІЄРАРХІЙ¹

*В. Тимошевський, к. е. н., М. Бідило, к. е. н., Н. Мокєрова
Харківський національний аграрний університет ім. В. В. Докучаєва*

Постановка проблеми. У процесі здійснення заходів земельної реформи докорінно змінилася система землевласників та землекористувачів, але такі зміни проводились без належної розробки проектів територіального землеустрою з необхідними обґрунтуваннями. Тому поруч із позитивними змінами, що дали змогу реалізувати права власності на землю, з'явилася низка негативних явищ, пов'язаних із парцеляцією земель і виникненням недоліків просторового розміщення землекористувань, що негативно впливає на організацію використання та охорони земель. У процесі вирішення різних завдань землеустрою щодо ефективної організації використання та охорони земель досить часто свідомо або підсвідомо доводиться користуватися методами, призначеними для проведення експертного аналізу. Тому в спеціальній літературі періодично з'являються публікації, що ставлять перед собою мету познайомити з методами експертного аналізу, які застосовуються в практичній діяльності.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблемами щодо забезпечення ефективної організації використання земель займалися такі вітчизняні та закордонні вчені, як А. Вітікаїнен, Д. Добряк, Р. Діксон-Гоуч, В. Кривов, А. Третьак, А. Мартин, Х. Маттссон, А. Сохнич та ін.

Про важливість проблеми забезпечення фахівців відповідним інструментарієм для вирішення різноманітних проблем, у тому числі у сфері використання земель, наголошувало багато вчених, зокрема застосуванню методу аналізу ієрархій присвячені роботи Т. Сааті, Л. Заде, Є. Вілкаса, Р. Кіні, С. Бешелева тощо.

Постановка завдання. Метою дослідження є визначення напрямів забезпечення ефективної організації використання земель, зокрема застосування в землеустрої методів проведення експертних оцінок, що успішно використовуються в інших галузях наукової діяльності та довели свою ефективність. Одним із таких методів є метод аналізу ієрархій, розроблений Т. Сааті.

Виклад основного матеріалу. Метод аналізу ієрархій є систематичною процедурою для ієрархічного подання елементів, що визначають суть проблеми. Метод полягає в декомпозиції проблеми, що вирішується, на все простіші складові частини і подальшій обробці послідовності суджень особи, що приймає рішення, за парними порівняннями. У результаті може бути виражений відносний ступінь (інтенсивність) взаємодії елементів в ієрархії. Ці судження потім виражаються чисельно. Метод аналізу ієрархій містить у собі процедури синтезу множинних суджень, одержання пріоритетності критеріїв і знаходження альтернативних рішень. Такий підхід до

¹ Дослідження виконані в рамках міжнародного проекту Tempus IV Joint Project 2009 “Development of New Land Governance Studies in Macedonia and Ukraine”.

вирішення проблеми вибору виходить із природної здатності людей думати логічно й творчо, визначати події й встановлювати стосунки між ними [1].

Застосування цього методу досить різноманітне: дослідження транспортної системи, розподіл ресурсів, банківська справа, сфера міського господарства тощо.

Наукові дослідження, пов'язані з організацією економічно ефективного та екологічно безпечного використання земель, постійно перебувають у площині багатозначної інформації, і при цьому застосовуються чіткі методи обробки цієї інформації. У результаті стає необхідним приведення до відповідності вхідної інформації і методів, що застосовуються. Відповідно в методі аналізу ієрархій різні ієрархічні структури виконують роль створення такої відповідності, будь-яке завдання або проблема попередньо структуруються та зображаються у вигляді ієрархій (деревоподібна, мережева тощо).

Таким чином, метод аналізу ієрархій ставить за мету дослідження всіх чинників, що впливають на той чи інший процес, і їх розподіл за рівнями залежно від ступеня і характеру впливу. Отже, на першому рівні ієрархії завжди перебуває одна вершина – мета проведеного дослідження. Другий рівень ієрархії становлять чинники, що безпосередньо впливають на досягнення мети. При цьому кожний чинник представлено в споруджуваній ієрархії вершиною, з'єднаною з вершиною 1-го рівня. Третій рівень становлять чинники, від яких залежать вершини 2-го рівня. І так далі. Цей процес побудови ієрархії триває доти, доки в ієрархію не увійдуть усі основні чинники або хоча б для одного з чинників останнього рівня неможливо безпосередньо одержати необхідну інформацію. Після закінчення побудови ієрархії для кожної материнської вершини проводиться оцінка вагових коефіцієнтів, що визначають ступінь її залежності від вершин, що впливають на неї, більш низького рівня. Для цього використовується метод парних порівнянь [2; 3].

Ця модифікація призначена для визначення структури досліджуваного об'єкта. У цій модифікації, як і в класичному варіанті методу парних порівнянь, виробляється порівняння досліджуваних чинників між собою. Причому фактори рівнюються попарно стосовно їхнього впливу (ваги) на загальну для них характеристику [4]. Нехай у конкретному завданні необхідно визначити склад деякого об'єкта. Причому нехай A_1, A_2, \dots, A_n – основні чинники, що визначають склад об'єкта. Тоді для визначення структури об'єкта заповнюють матрицю парних порівнянь (табл. 1).

Таблиця 1

Матриця парних порівнянь

	A_1	A_2	...	A_n
A_1	1	a_{12}	...	a_{1n}
A_2	a_{21}	1	...	a_{2n}
...
A_n	a_{n1}	a_{n2}	...	1

Якщо позначити частку чинника A_i через w_i , то елемент матриці $a_{ij} = w_i/w_j$. У запропонованому варіанті застосування методу парних порівнянь визначаються не відмінності значень чинників, а їх відношення. При цьому очевидно, що $a_{ij} = 1/a_{ji}$.

Робота фахівців (експертів) полягає в тому, що, роблячи попарне порівняння чинників A_1, \dots, A_n , експерт заповнює таблицю парних порівнянь. Важливо зрозуміти, що якщо w_1, w_2, \dots, w_n невідомі заздалегідь, то попарні порівняння елементів утворюються з використанням суб'єктивних суджень, чисельно оцінюваних за шкалою, а потім вирішується проблема знаходження компонента w . У подібній постановці завдання розв'язання проблеми полягає у визначенні вектора (w_1, w_2, \dots, w_n) . Фахівець (експерт), порівнюючи n чинників, реально проводить не n (як це відбувається в разі заповнення звичайних анкет) порівнянь, а $n*(n-1)/2$ порівнянь. Але це ще не все. Насправді (з огляду на співвідношення $a_{ij} = a_{ik} * a_{kj}$, справедливе для всіх значень індексу k) відбувається опосередковане порівняння чинників A_i і A_j через відповідні порівняння їх з чинником A_k . Беручи до уваги зроблене зауваження, можна стверджувати, що насправді експерт робить значно більше порівнянь, ніж навіть показує перша оцінка, рівна $n*(n-1)/2$. Таким чином, кожна клітина матриці парних порівнянь реально містить не одне число (результат безпосереднього порівняння), а цілий вектор (з обліком усіх опосередкованих порівнянь через порівняння з іншими чинниками). Облік цих додаткових порівнянь дає змогу значно підвищити надійність одержуваних результатів або значно зменшити кількість необхідних експертів [5; 6].

Один із нових методів відшукування вектора w ґрунтується на одному з тверджень лінійної алгебри. Очевидно, що шуканий вектор є власним вектором матриці парних порівнянь, що відповідають максимальному власному числу.

Визначення вектора w полягає в наступному. Підсумуються у рядках елементи матриці парних порівнянь (для кожного значення i обчислюється сума $a_i = a_{i1} + a_{i2} + \dots + a_{in}$). Потім усі a_i нормуються так, щоб їхня сума дорівнювала 1. У результаті одержуємо шуканий вектор w . У такий спосіб $w_i = a_i / (a_1 + a_2 + \dots + a_n)$. Цей спосіб знаходження вектора w значно простіший у реалізації, але він не дає змоги визначати якість вихідних даних. Наведений опис методу є розробкою Т. Сааті і його групи. За всіх його переваг ця версія не позбавлена й деяких недоліків.

Для проведення суб'єктивних парних порівнянь Т. Сааті була розроблена шкала відносної важливості. Вибір шкали визначався такими вимогами:

- шкала повинна давати змогу вловлювати різницю в почуттях людей, коли вони проводять порівняння, розрізняти якнайбільше відтінків почуттів, які мають люди;
- фахівець (експерт) повинен бути впевненим у всіх градаціях своїх суджень одночасно [2].

Після побудови ієрархії та визначення величин парних суб'єктивних суджень настає етап, на якому ієрархічна декомпозиція та відносні судження об'єднуються для отримання осмисленого розв'язку багатокритеріальної задачі прийняття рішень. З груп парних порівнянь формується набір локальних критеріїв, які виражають відносний вплив елементів на елемент, розташований на рівень вище.

Вектори пріоритетів і відношення узгодженості визначаються для всіх матриць суджень, починаючи з другого рівня.

Для визначення пріоритетів альтернатив необхідно локальні пріоритети помножити на пріоритет відповідного критерію на вищому рівні і знайти суми за кожним елементом відповідно до критеріїв, на які впливає цей елемент [7].

На території Калашниківської сільської ради Полтавського району виникло питання: де доцільніше буде розмістити фермерське господарство. Було визначено вісім чинників, які впливають на проектне рішення щодо розміщення фермерського господарства на території сільської ради. Склад чинників зумовлюється зональними, місцевими умовами і формулюється на основі ретельного аналізу природних, просторових та інших умов території сільської ради.

Виникає три варіанти ділянок, на яких можна організувати фермерське господарство, – це варіанти А, Б та В.

Ділянки, запроєктовані до вибору, рівнозначні за площею, але відрізняються за такими ознаками, які впливають на розміщення фермерського господарства та впливають із проектних вимог: ґрунтовий покрив (ГП); віддаленість від населеного пункту (НП); близькість до виробничих центрів (ВЦ); конфігурація земельної ділянки (КД); зв'язок із пунктами реалізації продукції (РП); зрошення ділянки (ЗД); рельєф місцевості (РМ); захищеність ріллі лісосмугами (ЗЛ).

Необхідно відповісти на низку запитань, для того щоб з'ясувати переваги й недоліки кожного з варіантів, а також відносну важливість кожного з критеріїв. Таким чином робиться декомпозиція проблеми вибору й задача подається в ієрархічній формі. На першому (вищому) рівні знаходиться загальна мета – обрання місця розташування фермерського господарства. На другому рівні розташовано вісім критеріїв, що уточнюють мету, і на третьому (нижньому) рівні знаходяться три альтернативи – А, Б, В, що мають бути оцінені за критеріями другого рівня (див. рис.).

Коли експерт обирає, що подобається більше, а що менше, то він, як правило, виражає свої почуття за допомогою лінгвістичних оцінок. Крім того, людина завжди має змогу порівняти два предмети і сказати, який із них подобається їй більше.

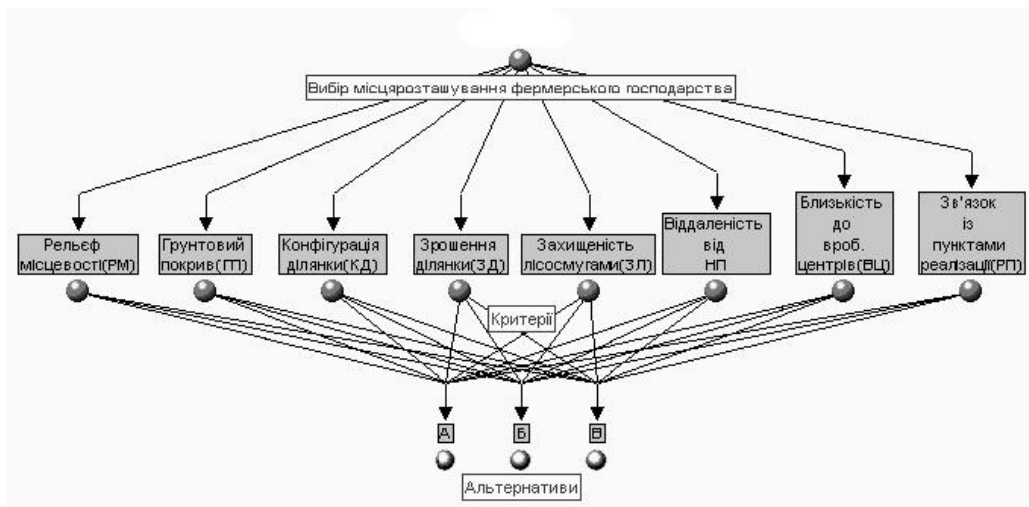


Рис. Декомпозиція задачі вибору місця розташування фермерського господарства в ієрархію.

Відповідно до таких оцінок складаються матриці парних порівнянь. Ми одержали одну матрицю розміром 8Ч8 (табл. 2), у якій знаходяться результати парних порівнянь критеріїв за їх важливістю у виборі місця розташування фермерського господарства, і вісім матриць суджень розмірністю 3Ч3 (див. табл. 2), оскільки є вісім критеріїв на другому рівні і три варіанти, що порівнюються попарно за кожним із критеріїв.

Таблиця 2

Матриця парних порівнянь критеріїв (рівень 2)

Загальне задоволення ФГ	1	2	3	4	5	6	7	8	w_i	Вектор локальних пріоритетів (q) $\lambda_{\max} = 9,669$
РМ (1)	1	5	3	7	6	6	1/3	1/4	2,050	0,173
ГП (2)	1/5	1	1/3	5	3	3	1/5	1/7	0,736	0,054
КД (3)	1/3	3	1	6	3	4	6	1/5	1,744	0,188
ЗД (4)	1/7	1/5	1/6	1	1/3	1/4	1/7	1/8	0,227	0,018
ЗЛ (5)	1/6	1/3	1/3	3	1	1/2	1/5	1/6	0,418	0,031
НП (6)	1/6	1/3	1/4	4	2	1	1/5	1/6	0,497	0,036
ВЦ (7)	3	5	1/6	7	5	5	1	1/2	1,961	0,167
РП (8)	4	7	5	8	6	6	2	1	4,105	0,333
Всього (s_j)	9,01	21,87	10,25	41,00	26,33	25,75	10,08	2,50	11,74	1,00

З групи матриць парних порівнянь ми формуємо набір локальних пріоритетів, що виражають відносний вплив множини елементів на елемент рівня, що примикає зверху. Для цього обчислюємо максимальні власні значення λ_{\max} і власні вектори для кожної з матриць. Таким чином, ми можемо визначити не тільки порядок пріоритетів кожного

окремого елемента, але й значення (табл. 3).

Таблиця 3

Матриці попарних порівнянь альтернатив (рівень 3)

<i>PM</i>	А	Б	В	Вектор локальних пріоритетів	<i>ГП</i>	А	Б	В	Вектор локальних пріоритетів
				$L_{\max} = 3,136$					$L_{\max} = 3,247$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
А	1	6	8	0,754	А	1	7	1/5	0,233
Б	1/6	1	4	0,181	Б	1/7	1	1/8	0,005
В	1/8	1/4	1	0,065	В	5	8	1	0,713
<i>КД</i>	А	Б	В	$L_{\max} = 3,130$	<i>ЗД</i>	А	Б	В	$L_{\max} = 3,000$
А	1	8	6	0,745	А	1	1	1	0,333
Б	1/8	1	4	0,065	Б	1	1	1	0,333
В	1/6	4	1	0,181	В	1	1	1	0,333
<i>ЗЛ</i>	А	Б	В	$L_{\max} = 3,086$	<i>НП</i>	А	Б	В	$L_{\max} = 3,197$

Продовження табл. 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
А	1	5	4	0,674	А	1	8	6	0,747
Б	1/5	1	1/3	0,101	Б	1/8	1	1/5	0,060
В	1/4	3	1	0,226	В	1/6	5	1	0,193
<i>ВЦ</i>	А	Б	В	$L_{\max} = 3,000$	<i>РП</i>	А	Б	В	$L_{\max} = 3,065$
А	1	1/2	1/2	0,2	А	1	1/7	1/5	0,072
Б	2	1	1	0,4	Б	7	1	3	0,650
В	2	1	1	0,4	В	5	1/3	1	0,278

Наступним етапом є застосування принципу синтезу. Для виявлення складових або глобальних пріоритетів вибору місця розташування фермерського господарства складають матрицю спеціального виду.

У першому рядку табл. 4 розташовано вектор локальних пріоритетів критеріїв, а в стовпцях – відповідні вектори пріоритетів альтернатив.

Таблиця 4

Зведена таблиця локальних пріоритетів

Вектори пріоритетів альтернатив	Вектори локальних пріоритетів критеріїв								Узагальнені або глобальні пріоритети
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Кр	0,173	0,054	0,188	0,018	0,031	0,036	0,167	0,333	
А	0,754	0,233	0,745	0,333	0,674	0,747	0,200	0,072	0,396
Б	0,181	0,055	0,065	0,333	0,101	0,060	0,400	0,650	0,341
В	0,065	0,713	0,181	0,333	0,226	0,193	0,400	0,278	0,263

З наявних альтернатив обираємо ту, якій відповідає максимальний компонент вектора глобальних пріоритетів, оскільки вони увібрали в себе всю інформацію про переваги альтернатив і критеріїв. Як видно з отриманих результатів найкращим варіантом розміщення фермерського господарства є варіант А, оскільки в нього найвища оцінка.

Висновки. Застосування методу аналізу ієрархій дасть змогу найкращим чином отримати оптимальне рішення щодо організації використання земель завдяки попарному порівнянню чинників. Такий метод може бути використаний для вибору земельного масиву з метою розташування сільськогосподарського підприємства, встановлення організаційно-господарської структури підприємства, визначення найкращого взаєморозташування масивів сівозмін, угідь, шляхової мережі тощо.

Бібліографічний список

1. Козелецкий Ю. Психологическая теория решений [Электронный ресурс] / Ю. Козелецкий, Б.В. Бирюкова ; пер. с польск. – М. : Прогресс, 1979. – 504 с. – Режим доступа : <http://www.goldenage.com.ua/russ/2008/n11/14.htm>.
2. Саати Т. Аналитическое планирование. Организация систем / Саати Т., Керне К. – М. : Радио и связь, 1991. – 224 с.
3. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений / Л. Заде, С. Орловского ; пер. с англ. – М. : Мир, 1976. – 165 с.
4. Вилкас Э. Й. Решения : Теория, информация, моделирование / Э. Й. Вилкас, Е. З. Майминас. – М. : Радио и связь, 1981. – 328 с.
5. Кини Р. Л. Принятие решений при многих критериях: предпочтения и замещения / Р. Л. Кини, Х. Райфа ; [пер. с англ. ; под ред. И. Ф. Шахнова]. – М. : Радио и связь, 1981. – 560 с.
6. Блумберг В. А. Какое решение лучше? Метод расстановки приоритетов / В. А. Блумберг, В. Ф. Глущенко. – Л. : Лениздат, 1982. – 160 с.
7. Бешелев С. Д. Математико-статистические методы экспертных оценок / С. Д. Бешелев, Ф. Г. Гурвич. – М. : Статистика, 1980. – 263 с.

Тимошевський В., Бідило М., Мокєрова Н. Забезпечення ефективної організації використання земель на основі застосування методу аналізу ієрархій

Відображено основні результати дослідження використання методу аналізу ієрархій в землеустрої для отримання оптимального рішення щодо забезпечення ефективної організації використання земель. Цей метод може бути використаний для вибору місця розташування землекористування сільськогосподарських підприємств, створення організаційних і економічних структур на підприємстві тощо.

Ключові слова: використання земель, економічна доцільність, екологічна безпека, експертні оцінки, ієрархії, критерії, синтез, альтернативи, пріоритети.

Tymoshevskiy V., Bidylo M., Mokierova N. Providing effective land use on the basis of the analytic hierarchy

The basic results of research use of the analytic hierarchy process in land management that will enable the best way to get the optimum solution for the effective organization land use will be considered. This method can be used when choosing the location of land tenure of agricultural enterprises, establishment of organizational and economic structures in the enterprise, etc.

Key words: land use, economic feasibility, environmental safety, expert evaluation, hierarchy and criteria, synthesis, alternative, priorities.

Тимошевский В., Бидыло М., Мокерова Н. Обеспечение эффективной организации использования земель на основе применения метода анализа иерархий

Представлены основные результаты исследования использования метода анализа иерархий в землеустройстве с целью получить оптимальное решение для эффективной организации использования земли. Этот метод может быть использован при выборе местоположения землепользования сельскохозяйственных предприятий, создании организационных и экономических структур на предприятии и т. д.

Ключевые слова: использование земель, экономическая целесообразность, экологическая безопасность, экспертные оценки, иерархии, критерии, синтез, альтернативы, приоритеты.