

УДК 330.15

А.М. Нехай

**ПРИМЕНЕНИЕ МНОГОКРИТЕРИЕВОГО АНАЛИЗА  
ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ  
ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ МУНИЦИПАЛЬНОЙ ТЕРРИТОРИИ  
г. КОРДОБА (ИСПАНИЯ)**

О.М. Нехай

*Дніпропетровський державний аграрний університет*

**ЗАСТОСУВАННЯ БАГАТОКРИТЕРІЄВОГО АНАЛІЗУ ПРИ ВИРІШЕННІ ЗАДАЧ  
РАЦІОНАЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ ЗЕМЕЛЬНИХ РЕСУРСІВ  
МУНІЦИПАЛЬНОЇ ТЕРИТОРІЇ м. КОРДОБА (ІСПАНІЯ)**

Пропонується використання методики багатокритерієвого економічного аналізу – *Analytic Hierarchy Proces* для проведення екологічної оцінки використання земельних ресурсів. Оцінюються можливості використання земельних ресурсів м. Кордоба (Іспанія). Застосування цього методу можливе і в Україні.

*Ключові слова:* багатокритерієвий аналіз, аналітичний ієрархічний процес, земельні ресурси.

Alexandr M. Nekhay

*Dnipropetrovsk State Agrarian University*

**UTILIZATION OF THE MULTIPLE CRITERIA EVALUATION METHOD FOR  
IDENTIFICATION OF EFFICIENT LAND USING IN CORDOBA'S MUNICIPAL TERRITORY**

This paper suggests application of the economical analysis method for ecological estimation of land using. The case is about the estimation of three alternatives of land using in Cordoba (Spain). For this kind of analysis proposed Analytic Hierarchy Process (AHP) is suggested as the method for multiple criteria evaluation along with techniques that have a multi-attribute utility theory basis. The AHP method was developed by an American scientist T. Saaty. AHP is the methodology that encourages respondents to make evaluation of nonquantitative, nonmarket attributes of preserved land. It is possible to use this method in Ukraine.

*Key words:* multiple criteria analysis, land resources, Analytic Hierarchy Process.

При решении проблем экономического, экологического или социального характера возникают социально-экономические противоречия. Например, интересы политики охраны окружающей среды приводят к конфликту интересов между такими альтернативами, как улучшение биологического разнообразия, использование земель, выделенных для разработки полезных ископаемых, или сохранение на ней исторических, культурных памятников, мест отдыха и рекреации (Munda, 2002).

Различные грани стоимости природного ресурса могут находиться в конфликте между собой, и любое принятое решение, связанное с его использованием, повлечет за собой как положительные, так и отрицательные реакции со стороны других экономических и хозяйствующих субъектов. Имеется ли возможность разрешения таких конфликтов?

Под методикой многокритериевого анализа понимается общность аппроксимаций, методов, моделей, «инструментов» и техник, направленных на общее улучшение качества принятия решений, проводимых индивидуумами, то есть повышение эффективности и действенности процессов принятия решения, а также уровня знаний о них.

Таким образом, методики многокритериевого анализа позволяют находить наиболее реальное и эффективное решение проблем без необходимости обращения к строгой и ограниченной методике денежной оценки (традиционные методы стоимостной оценки природных ресурсов: стоимости поездки, гедонических цен, опросный метод).

Методики многокритериевого анализа базируются на мультидисциплинарном понимании проблемы. Использование данной методики по оценке проектов и принятия решения по их отбору отвечает на вопрос: какие критерии необходимо выбрать в условиях затруднительной их количественной оценки.

© Нехай А.М., 2003

Данная методика применяется в любом проекте, в котором представлено более одной альтернативы решения. Критерии, используемые для сравнения альтернатив, могут быть как экономические, так и социальные, урбанистические или экологические.

Конечной целью многокритериевого анализа является передача действенного методологического инструмента для субъектов, принимающих решение, который бы позволил принять оптимальное решение в необходимый момент.

Тематика исследований по методике многокритериевых решений получила широкое признание и высокую научную оценку более 30 лет назад (Mateos, 2002). Первые работы по многокритериевому анализу появились в 60-х гг. прошлого столетия. М. Фредман в 1962 г. писал, что экономические решения являются результатом разрешения различных устремлений, находящихся в конфликте.

Согласно Массам (1988) можно выделить основные три направления многокритериевого анализа: мультиобъективное программирование, мультиатрибутное программирование, теория общественного выбора.

Мультиобъективное программирование: количество альтернатив – бесконечно; его цель – получение общности эффективных решений с «Паретианской» точки зрения.

Мультиатрибутное программирование: сообщество альтернатив представлено конечным числом и предполагается определить, какая альтернатива является лучшей в отношении критериев и атрибутов.

Теория общественного выбора – предполагает достижение согласия между различными социальными группами.

Перечислим основные направления многокритериевого анализа.

1. Мультиобъективное программирование (бесконечное число альтернатив).
2. Мультиатрибутное программирование (общность альтернатив, процесс отбора):
  - 2.1. Теория полезности:
    - 2.1.1. Мультиатрибутная теория полезности.
    - 2.1.2. Многокритериевая количественная оценка.
  - 2.2. Модели соответствия.
  - 2.3. Лексикографические модели.
  - 2.4. Модель идеальной точки (программирование компромисса).
  - 2.5. Модель уровня интересов (программирование по целям).
  - 2.6. Аналитический иерархический процесс.
3. Теория общественного выбора.

В данной работе мы использовали методику аналитического иерархического процесса (*Analytic Hierarchy Process*).

Основоположителем метода многокритериевой оценки аналитического иерархического процесса (*AHP*) является доктор наук, профессор Thomas L. Saaty, который в конце 1970-х гг. предложил использование *AHP* как одного из вспомогательных методов при составлении соглашения между двумя военно-политическими блоками того времени о сокращении ядерного оружия – START 1 и START 2. С тех пор данный метод получил широкое применение на важнейших предприятиях и в мировых организациях, по данной тематике создана обширная библиография.

*AHP* используется при нормировании, планировании движения транспорта (1973–1975 гг.), высшего образования (1976 г.), организации президентских выборов в США (начиная с 1976 г.), разрешении военного конфликта в Северной Ирландии (с 1977 г. по настоящее время), борьбе с терроризмом (1978 г.), выборе продукта-обложки, разрешении конфликта в ЮАР, политическом маркетинге, нахождении ресурсов в *IBM* (Cardellas у Reуна, 1999).

Метод *AHP* заключается в рассмотрении структуры сложной проблемы на основе иерархической модели.

Реализуемая модель позволяет организовать в графической форме всю имеющуюся информацию по данной проблеме, разделить ее на составные компоненты и анализировать их по отдельности. Отличие данного метода заключается в том, что экономический индивидуум, принимающий некоторое решение, может структурировать многокритериевую задачу в визуальной форме. Для этого исследователем определяется чет-

кая иерархическая структура, содержащая три уровня: задачу, цель, критерии и альтернативы.

Ниже приводим два определения, необходимые для понимания *AHP*-анализа.

*Альтернативой* будем называть каждое возможное решение задачи, все решения являются взаимоисключающими и рассматриваются в процессе анализа.

*Критерий* – характеристика решаемой проблемы, которую принимающий решение экономический агент использует для оценки различных альтернатив.

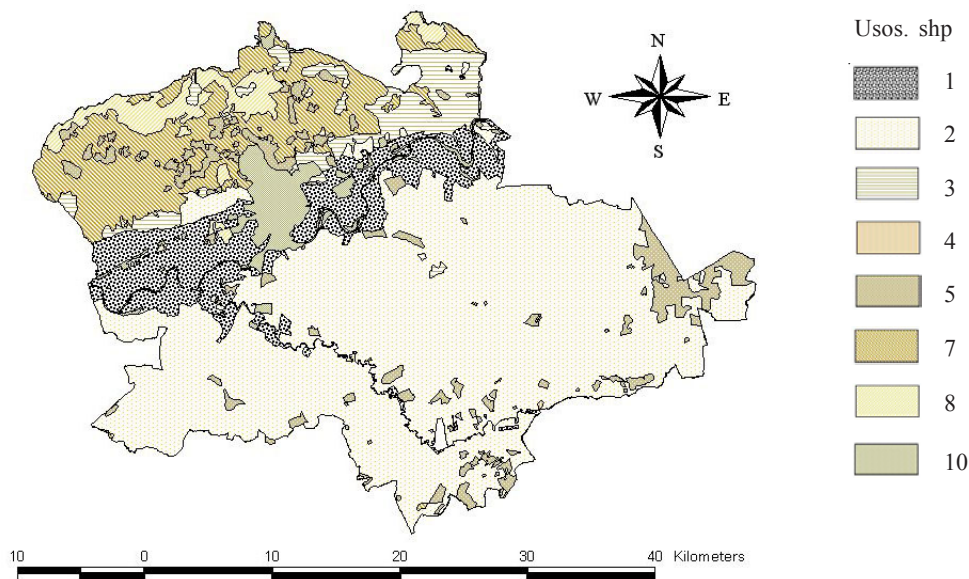
Согласно Авила (2000) основными пунктами иерархического анализа являются:

- структурирование иерархической модели;
- выделение приоритетов среди элементов иерархической модели;
- бинарное сравнение элементов;
- оценка элементов посредством определения их весового значения;
- определение рейтинга альтернатив в зависимости от весового значения данных;
- синтез;
- анализ чувствительности альтернатив.

Представим некоторые из преимуществ *AHP*-метода по сравнению с другими методиками многокритериального анализа:

- использование математической базы;
- возможность разложения проблемы на составные части;
- участие различных специалистов или групп, заинтересованных в решении проблемы; расчет индекса согласности;
- возможность проведения анализа чувствительности альтернатив.

В качестве объекта исследования была выбрана муниципальная территория г. Кордоба (Андалусия, Испания; рисунок), занимающая площадь 1253,34 км<sup>2</sup>, являющаяся одной из самых больших муниципальных территорий в Испании. Река Гуадалькивир делит эту территорию на северную гористую и южную равнинную. Можно сказать, что Кордоба является примером типичного средиземноморского города, копируя при этом все



**Использование земель муниципальной территории г. Кордоба:** 1 – сельскохозяйственные угодья на поливе (долины рек); 2 – интенсивно используемые сельскохозяйственные угодья без полива; 3 – сельскохозяйственные угодья неинтенсивного использования; 4 – фруктовые насаждения; 5 – древесные культуры неинтенсивного выращивания; 7 – луговая и кустарниковая растительность; 8 – естественная древесная растительность; 10 – земли, занятые городскими и пригодными постройками (урбанизированные земли)

тенденции развития данного региона. В настоящий момент данную территорию условно можно разделить на части, имеющие различные тенденции в развитии: южная равнинная в настоящий момент имеет интенсивное сельскохозяйственное использование, Кордоба-город – урбанистическое, северная часть Сиера Морена покрыта невысокими горами с естественной древесной растительностью и непригодна для сельскохозяйственного использования (в основном рекреационное использование), долина реки Гуадалькивир – в основном сельскохозяйственное использование с орошением.

Одной из основных проблем города в настоящий момент является ускоренный рост застроек прилегающих к городу территорий. Большинство из них – незаконные. Примером лоббистской политики может служить консервация природного ландшафта, принятие мер по восстановлению древесной растительности по берегам рек и на современных сельхозугодьях («Зеленая политика»). Таким образом, наблюдается конфликт интересов между двумя вышеприведенными тенденциями использования земель вплоть до настоящего времени.

При решении этой проблемы мы предлагаем использовать метод иерархического анализа. Рассмотрим три взаимоисключающие альтернативы:

1. Увеличение использования земель под строительные сооружения, то есть усиление урбанизации за счет сельскохозяйственных земель и земель природных пространств.
2. Проведение природоохранных мероприятий и полная остановка незаконных построек, восстановление естественной древесной растительности по берегам рек, затем – на сельскохозяйственных землях.
3. Сохранение современного баланса использования земель при соблюдении законодательства о земельных ресурсах.

Критерии для оценки вышеприведенных альтернатив будут иметь экономический, экологический и социальный характер (будут отобраны 5–6 критериев).

Для анализа территории мы использовали пакет прикладных программ *ArcView GIS 3.2* с приложениями и аэрофотоснимки.

Метод *AHP* базируется на следующих математических аксиомах.

Аксиома 1. *Обоюдность*.

Сила предпочтения  $A_i/A_j$  обратно пропорциональна предпочтению  $A_j/A_i$ , где  $A_i, A_j$  – альтернативы.

Аксиома 2. *Однородность*.

Сравниваемые элементы – одинакового порядка.

Аксиома 3. *Условие сохранения иерархической структуры*.

Аксиома 4. *Условие ожиданий одинакового порядка*.

Ожидания должны быть представлены в структуре критериев.

Оценка иерархической модели проводится путем рассмотрения всех элементов решаемой проблемы в отдельности и попарно с помощью привлечения аналитиков-специалистов или группы людей-непрофессионалов.

Чтобы высказываемые мнения были точны, необходимо предоставить информацию о рассматриваемых критериях и о проблеме в целом. Каждый опрошиваемый человек высказывает свое мнение посредством ответа на поставленные вопросы о важности критериев в баллах. *AHP* имеет специальную, разработанную проф. Саати, шкалу, с помощью которой измеряются в цифровом выражении мнения, высказанные респондентами. Затем составляется матрица значений, в которую по горизонтали и вертикали входят попарно полученные оценки важности критериев (*таблица*).

В приведенной таблице представлены попарные сравнения  $n$ -го количества  $C$ -критериев. Для проверки данных на противоречивость подсчитывается индекс несоответствия.

Матрица пар цифровых значений критериев				
Критерии	$C_1$	$C_2$	...	$C_n$
$C_1$	$a_{11}$	$a_{12}$	...	$a_{1n}$
$C_2$	$a_{21}$	$a_{22}$	...	$a_{2n}$
...	...	...	...	...
$C_n$	$a_{n1}$	$a_{n2}$	...	$a_{nn}$

Заключительным этапом исследования является выбор альтернативы, имеющей наибольшую оценку, исходя из того, какие критерии занимали в данной альтернативе ведущее положение.

Предложенную методику можно применить, например, при проведении экологической политики в Украине. В этом случае вырабатываются теоретико-обоснованные решения данной проблемы.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- Avila, R. El AHP (Proceso Analítico Jerárquico) y su aplicación para determinar los usos de las tierras. El caso de Brasil. Proyecto (GCP/RLA/126/JPN), 2000.
- Cardells, F., Reyna, S. Valoración AHP de los ecosistemas naturales de la comunidad Valenciana // Revista Valenciana de Estudios Autonómicos. – 1999. – № 27. – P. 153-177.
- Институт статистики Андалузии. Мультитерриториальная система информации. – Junta de Andalucía, 2003.
- Институт картографии Андалузии. Топографическая карта Андалузии 1 : 10000. Правительство Андалузии, 2002.
- Diaz, J. An application of the ahp method to logistic performance measurement in Venezuela // Working paper, 1998.
- Grillenzoni, M., Ragazzoni, A. Valutazione multicriteriale «expost» della diga di rigiacoli // Consiglio Nazionale delle Ricerche. Centro di Studio sulla Gestione dei Sistemi Agricoli e Territoriali. Università di Bologna. Maggioli Editore, 1995.
- Golden, B., Wasil, E., Harker, P. The analytic hierarchy process. Applications and studies. – 1989.
- Massam, B. H. Multi-criteria decision making (mcdm) techniques in planning. Progress in Planning 30, Pergamon, Press. – Oxford, 1988.
- Mateos, A. Ayuda a la toma de decisiones multicriterio: Presente y futuro. – Universidad Politécnica de Madrid, 2002.
- Moreno, J.M. El proceso analítico jerárquico (ahp). Fundamentos, metodología y aplicaciones // Dpto. Métodos Estadísticos. Facultad de Económicas. – Universidad de Zaragoza, 2002.
- Munda, G. Métodos y procesos multicriterios para la evaluación económico-ambiental de las políticas públicas // Departamento de Economía e Historia Económica. – Universidad Autónoma de Barcelona, 2002.
- Romero, C. Teoría de la decisión multicriterio. Conceptos, técnicas y aplicaciones / Alianza Editorial. – Madrid, 1993.
- Saaty, T.L. The analytic hierarchy process. – McGraw Hill, N.-Y., 1980.
- Saaty, T.L. y Kearns, K.P. Analytical planning. The organization of system. – Pergamon Press, 1985.

*Надійшла до редколегії 05.09.03*