

Экспертная система многокритериальной оценки показателей функционирования агропромышленного комплекса

© 2012 С.А. Махошева

доктор экономических наук

© 2012 С.В. Галачиева

кандидат экономических наук

© 2012 Б.Т. Хайтаев

Институт информатики и проблем регионального управления
Кабардино-Балкарского научного центра Российской академии наук,
г. Нальчик

E-mail: Salima@list.ru

Представленная статья посвящена вопросам разработки методики ранжирования критериев и ограничений, обеспечивающей получение количественных значений коэффициентов относительной значимости на основе их попарного сравнения, выраженного в вербальной форме на базе экспертной оценки, касательно агропромышленного комплекса региона.

Ключевые слова: агропромышленный комплекс, многокритериальная оценка, экспертная система.

В современных условиях государство, выполняя свою регулируемую и стимулирующую функции, поддерживает агропромышленный комплекс путем оказания финансовой помощи из бюджетных средств. При этом особую актуальность приобретает проблема справедливого и экономически обоснованного разделения имеющихся денежных ресурсов между регионами, нуждающимися в них. Это становится возможным при условии правильного ранжирования регионов по глобальному критерию, включающему в себя степень социально-экономической эффективности деятельности АПК регионов за определенный период.

Анализ имеющихся разработок в данной области показал, что в настоящее время выработаны только общие подходы к рассматриваемой проблеме, которые не позволяют комплексно подойти к решению поставленной задачи, а лишь затрагивают отдельные ее компоненты. Это подтверждается в работах таких зарубежных ученых, как Р. Ягер, Т. Саати и других, которые рассматривают данную проблему лишь с позиции ранжирования критериев и определения степени их важности для агропромышленного комплекса¹. Однако это достаточно узкий подход, так как необходимо не только определить важность критериев, но и провести их свертку и анализ для того, чтобы выявить состояние регионов и ранжировать их по степени эффективности. Поэтому основной целью является разработка специальной методики агрегирования имеющейся информации без потерь и искажений, обеспечивающей тем самым получение из множества ка-

чественных и количественных показателей интегрированных количественных оценок развития регионов и их районов.

Для достижения поставленной цели предлагается построение экспертной системы многокритериальной оценки показателей развития АПК региона.

Чтобы построить такую экспертную систему, выбираются отрасли, представляющие наибольший интерес и оказывающие ключевое влияние на развитие АПК региона. В свою очередь, по каждой отрасли определяется ряд показателей, характеризующих положение в ней.

Посредством декомпозиции все показатели формируются в виде доминантной иерархии, которая похожа на перевернутое дерево (рис. 1).

На основании множества представленных данных, имеющих, как видно из рис. 2, разный качественный характер, лицу, осуществляющему управление, трудно принять какое-либо экономически обоснованное решение. Зачастую значительный объем актуальной информации просто исчезает из поля зрения лиц, принимающих решения, что может свести к нулю все усилия по сбору первичных данных и способствовать выработке неадекватных решений органов власти. Отмеченные трудности могут быть преодолены путем введения обобщенного показателя, представляющего собой свертку всех частных критериев с учетом коэффициентов их относительной важности с использованием шкалы сравнения. Это требует разработки специальной методики агрегирования представляемой информации.

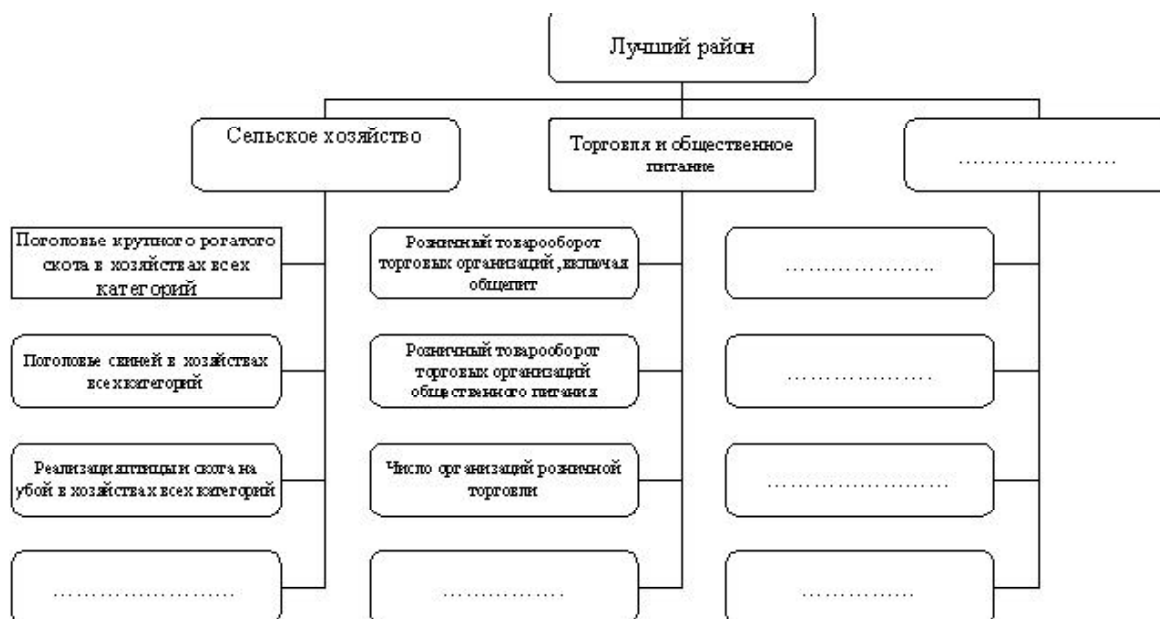


Рис. 1. Модель данных для построения экспертной системы

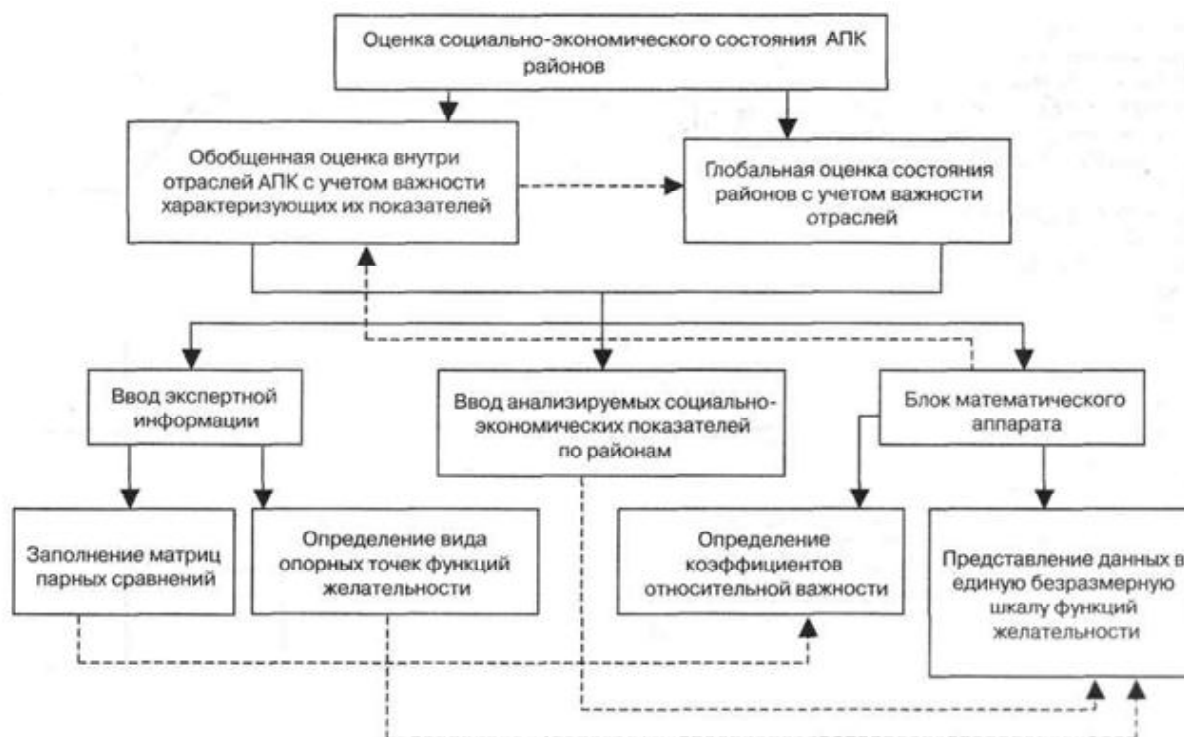


Рис. 2. Постановка задачи для построения модели многокритериальной оценки положения в АПК региона

Выбранный метод решения поставленной задачи должен обеспечить построение модели многокритериальной оценки положения в АПК региона. Модель строится путем агрегирования всех частных критериев с учетом коэффициентов их относительной важности (рангов) сначала в отраслевые обобщенные критерии, а затем в глобальный критерий общего состояния каждого отдельного регио-

на. Определение коэффициентов относительной важности частных критериев (ранжирование) осуществляется на основе матрицы парных сравнений, заполняемой с помощью лингвистических оценок.

Данным требованиям отвечает синтез метода неопределенных множителей Лагранжа и аппарата функций желательности, основанного на теории нечетких множеств.

Поставленную выше задачу можно изобразить в виде схемы (рис. 3).

ленные значения в виде коэффициентов относительной важности p_1, p_2, \dots, p_n .

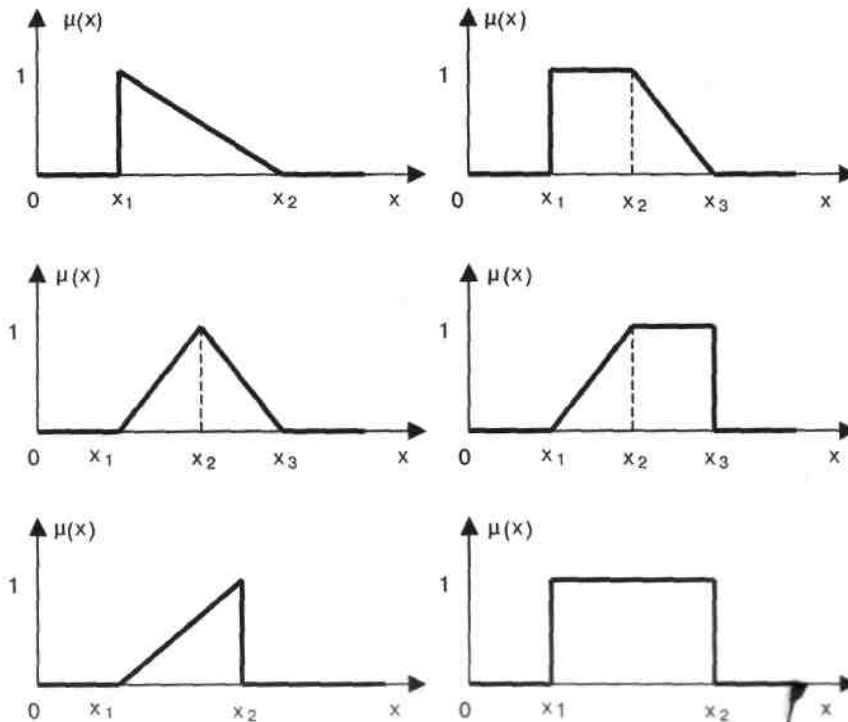


Рис. 3. Виды функций желательности

При решении задачи многокритериальной оценки необходимо учитывать неравнозначность частных критериев и соответствующих им показателей качества. Для этого служат коэффициенты относительной важности (ранги) частных критериев.

Методика ранжирования критериев и ограничений должна обеспечивать получение количественных значений коэффициентов относительной значимости на основе их попарного сравнения, выраженного в вербальной форме на базе экспертной оценки. Для проведения субъективных парных сравнений разрабатывается шкала относительной важности, которая должна давать возможность улавливать разницу в чувствах людей, когда они проводят сравнения, различать как можно больше оттенков словесно выражаемых чувств².

Для реализации методики сравнения и ранжирования показателей используются так называемые матрицы парных сравнений. После построения матриц парных сравнений проводится расчет коэффициентов относительной важности (рангов). Для оценки коэффициентов относительной важности Р. Ягер предлагает использовать известную методику Т. Саати³.

Использование лингвистических оценок на много облегчает ранжирование критериев. В конечном итоге парные оценки получают свои чис-

Расчет коэффициентов относительной важности на основе матрицы парных сравнений осуществляется по представленной ниже методике.

Пусть A - матрица парных сравнений, y - элемент матрицы парных сравнений, p_1, p_2, p_3, p_4 - искомые значения коэффициентов относительной важности; W - вектор коэффициентов относительной важности.

$$W = (p_1, p_2, p_3, p_4). \tag{1}$$

Для каждого элемента матрицы парных сравнений справедливо:

$$a_{ij} = p_i / p_j. \tag{2}$$

Умножив A на вектор W , получим:

$$AW = NW, \tag{3}$$

где N - соответствующее значение матрицы A , по которому можно восстановить вектор W с учетом условия нормализации коэффициентов относительной важности:

$$f = (\sum_{i=1}^n a_i) / n = 1. \tag{4}$$

где n - число частных критериев.

Поскольку элементы матрицы парных сравнений неточны из-за того, что они отражают субъективное мнение эксперта, значение W вычисляется как вектор, минимизирующий функционал:

$$S = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (a_{ij} - \frac{p_i}{p_j})^2 \rightarrow \min. \quad (5)$$

То есть искомые значения получаются при решении оптимизационной задачи:

$$S = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (a_{ij} p_j - p_i)^2 \rightarrow \min; \quad (6)$$

$$\sum_{i=1}^n p_i = n; \quad i = j. \quad (7)$$

Классическим методом решения задачи минимизации функции многих переменных $f(x) = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ при наличии ограничений, заданных в форме равенств $g_i(x) = 0, i = 1, \dots, k$, является метод неопределенных множителей Лагранжа. При его использовании строится функция $n+k$ переменных, называемая функцией Лагранжа:

$$L(x, \lambda) = f(x) + \sum_{i=1}^k \lambda_i g_i(x), \quad (8)$$

где $\lambda_i, i = 1, \dots, k$ - неопределенные множители.

Таким образом, исходная задача условной оптимизации сводится к задаче безусловной минимизации функции Лагранжа:

$$\frac{\partial L}{\partial x_j} = \frac{\partial f}{\partial x_j} + \sum_{i=1}^k \lambda_i \frac{\partial g_i}{\partial x_j} = 0, j = 1, \dots, n. \quad (9)$$

Для решения задачи используется метод неопределенных множителей:

$$L = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (a_{ij} a_j - a_i)^2 + \lambda (\sum_{i=1}^n a_i - n). \quad (10)$$

Необходимое условие оптимальности этой функции:

$$\frac{\partial L}{\partial p_i} = 0; \quad f(p) = 0. \quad (11)$$

Решая задачу, получим систему $n+1$ уравнений, корни которой и являются решением оптимизационной задачи.

Полученная система преобразовывается к стандартному виду и решается методом Гаусса. Результатом решения являются искомые коэффициенты относительной важности частных критериев (ранги).

Для свертки частных критериев в обобщенный (глобальный) критерий их приводят к общей норме (базе сравнения)⁴.

Положим, что поставленная задача ограничивается сравнительным анализом социально-экономического состояния регионов в пределах только одного района. Определим для каждого показателя предельные наихудшие и наилучшие

среди всех районов значения и будем их рассматривать как опорные точки для функций, формализующих описание частных критериев. Для этого воспользуемся математическим аппаратом функций принадлежности⁵, которые в контексте исследуемой проблемы удобнее называть функциями желательности, изменяющимися от 0 в области недопустимых значений (будем полагать, что все значения ниже предельных худших - недопустимые) до максимального значения, равного 1, в области наилучших значений (все значения выше наилучших значений - максимально желательные) анализируемого показателя качества.

Как опорные значения при построении функций желательности, по которым будут анализироваться в зависимости от степени относительной важности (рангам) реальные показатели, могут быть использованы данные, полученные на основе анализа всех районов региона, или установленные нормативные показатели.

Если следовать данной методике, в итоге все качественные и количественные показатели представляются в единой безразмерной шкале функций желательности.

Следующим этапом является адекватное агрегирование частных критериев и ограничений, формализованных с помощью функций желательности в обобщенные критерии с учетом рангов, полученных с использованием матрицы лингвистических парных сравнений.

Пусть:

$m_1(x_1), m_2(x_2), \dots, m_n(x_n)$ - функции желательности частных критериев;

$(x_i), i=1, \dots, n$ - количественные и качественные показатели деятельности регионов (исходные данные);

r_1, \dots, r_n - коэффициенты относительной важности критериев (ранги).

На практике наиболее часто применяются следующие варианты построения свертки неравнозначных критериев в обобщенный показатель:

$$D1 = \min(m_1(x_1)^{r_1}, m_2(x_2)^{r_2}, \dots, m_n(x_n)^{r_n}); \quad (12)$$

$$D2 = 1 / n \sum (r_i \cdot m_i(x_i)); \quad (13)$$

$$D3 = n m_1(x_1)^{r_1}, \quad (14)$$

где $D1$ - глобальный критерий максимального пессимизма;

$D2$ - аддитивный глобальный критерий;

$D3$ - мультипликативный глобальный критерий.

Варианты $D2$ и $D3$ обладают свойством компенсации малых значений одних критериев за счет других, что не всегда желательно. Вариант $D1$ от этого недостатка свободен, но приводит к

очень жесткой оценке ситуации, в связи с чем его иногда называют критерием максимального пессимизма.

В итоге на основе данных вычислений и экспертных оценок для каждого из исследуемых районов получается интегральная количественная оценка их социально-экономического развития, изменяющаяся в силу техники ее построения от 0 для районов с критическим социально-экономическим положением до 1 в благополучных районах в пределах одного региона.

Разработанная методика может быть легко адаптирована к специфике решаемых задач, допускает любые изменения состава частных показателей социально-экономического состояния и их ранжирования, что делает ее пригодной для

использования не только на мезоуровне, но и на макроуровне, а также в других отраслях народного хозяйства.

¹ См.: *Saaty T.* A Scaling Method for Priorities in Hierarchical Structures // *J. of Mathematical Psychology.* 2007. Vol. 15. □ 3; *Yager R.* Multiple objective decision-making using fuzzy sets // *Int. J. Man-Mach. Stud.* 2006. Vol. 9. □ 4.

² *Литвак Б.Г.* Экспертные оценки и принятие решений. М., 2006.

³ См.: *Saaty T.* *Op. cit.*; *Yager R.* *Op. cit.*

⁴ *Бобровников Г.Н., Клебанов А.И.* Прогнозирование в управлении техническим уровнем и качеством продукции: учеб. пособие. М., 2006.

⁵ *Кузьбожев Э.Н.* Экономическое прогнозирование (методы и модели): учеб. пособие. Курск, 2007.

Поступила в редакцию 04.01.2012 г.