

## ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ РЕГИОНАЛЬНОГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИСКРИМИНАНТНОГО АНАЛИЗА

### Введение

Функционирование энергетики в Украине происходит в специфических условиях рыночной модели развития экономики [1]. Поэтому применение современного математического аппарата, позволяющего определять состояние энергетического комплекса по степени кризиса, является необходимым звеном в достижении устойчивого развития как региона, так и государства в целом.

Анализ предыдущих исследований. Факторы, влияющие на состояние энергетического комплекса, рассмотренные в [2], достаточно тесно связаны между собой. Исследования показывают, что подход к определению влияющих факторов предусматривает поэтапное преобразование матрицы исходных данных с результатом сжатия информации. Это позволяет выявить наиболее значимые свойства, влияющие на состояние энергетического комплекса в условиях использования минимума исходной информации.

Чрезмерно большой объем информации может привести к тому, что степень представительности выборки окажется обратно пропорциональной размерности пространства факторов, что, в конечном счете, может не только не улучшить, но и даже ухудшить качество желаемого результата [3].

**Цель работы.** Основной целью работы является повышение адекватности оценки состояния энергетического комплекса, позволяющей установить степень кризиса в регионе.

**Материал и результаты исследований.** Для оценки состояния энергетического комплекса региона в качестве основного метода применен дискриминантный анализ [4]. Алгоритм анализа следующий:

Вначале при помощи экспертизы определяется ряд районов-образцов, характеризующих нормальный и аномальный уровень функционирования энергетического комплекса. К районам – образцам относим те районы, у которых наибольшая согласованность мнений экспертов (согласованность мнений оцениваем при помощи коэффициента конкордации). По данным районов, у которых наибольшая согласованность мнений экспертов, производится формирование двух матриц. При помощи дискриминантного анализа производим классификацию оставшихся районов на две группы: нормальную и аномальную. Районы, попавшие в аномальную группу, снова даем на экспертизу, по результатам которой разделяем их на две группы: районы с кризисной и с предкризисной ситуацией. При помощи дискриминантного анализа производим классификацию оставшихся районов на две группы с предкризисной и кризисной ситуацией.

Адаптированный алгоритм расчета коэффициентов дискриминантной функции.

### Вводимая информация

$X_1, X_2$  – матрицы районов образцов.

$X_n = x_{1n}, x_{2n}, \dots, x_{pn}, \dots, x_{mn}$  – вектор индикатора района, подлежащего классификации,

где  $n$  – индекс района;

$p$  – индекс индикатора в векторе района.

### Расчетные соотношения

$$f(x) = a_1 x_1 + a_2 x_2 + \dots + a_m x_m \text{ – каноническая дискриминантная функция,} \quad (1)$$

где  $x_1$  и  $x_2$  -- дискриминантные переменные;

$a_i$  - коэффициенты дискриминантной функции.

Для множества  $X_1$  и  $X_2$  среднее значение функции  $f_1(x)$  и  $f_2(x)$  будет равно:

$$\bar{f}_1(x) = a_1 \bar{x}_{11} + a_2 \bar{x}_{12} + \dots + a_m \bar{x}_{1m}; \quad \bar{f}_2(x) = a_1 \bar{x}_{21} + a_2 \bar{x}_{22} + \dots + a_m \bar{x}_{2m}, \quad (2)$$

где  $x_{ij}$  — среднее значение  $j$ -го признака у объектов  $i$ -го множества.

Определим коэффициенты дискриминантной функции из условия:

$$\bar{f}_1(x) - \bar{f}_2(x) = \sum_{i=1}^{n_1} a_1 x_{1i} - \sum_{i=1}^{n_2} a_1 x_{2i} \rightarrow \max .$$

Тогда:

$$f_{nt}(x) - \bar{f}_n(x) = a_1(x_{1nt} - \bar{x}_{1n}) + a_2(x_{2nt} - \bar{x}_{2n}) + \dots + a_m(x_{pnt} - \bar{x}_{mn}), \quad (3)$$

где  $n$  – индекс района;

$p$  – индекс индикатора в векторе района;

$A$  – вектор коэффициентов дискриминантной функции.

Внутригрупповая вариация может быть измерена суммой квадратов отклонений:

$$\sum_{i=1}^{n_k} (Y_{ki} - \bar{Y}_k)^2; \quad X_1' = \begin{pmatrix} x_{1,1} & x_{1,2} & \dots & x_{1,n1} \\ x_{2,1} & x_{2,2} & \dots & x_{2,n1} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{p,1} & x_{p,2} & \dots & x_{p,n1} \end{pmatrix} - \text{транспонированная матрица отклонений}$$

индикаторов матрицы районов - образцов от их средних величин в первой группе,  $X_2'$  - аналогичная матрица для второй группы.

$$S_* = \frac{1}{n_1 + n_2 - 2} (X_1' X_1 + X_2' X_2),$$

где  $S_*$ - объединенная ковариационная матрица.

$$\sum_{k=1}^2 \sum_{i=1}^{n_k} (Y_{ki} - \bar{Y}_k)^2 = A' [(n_1 + n_2 - 2) S_*] A .$$

Межгрупповая вариация:

$$(\bar{Y}_1 - \bar{Y}_2)^2 = A' (\bar{X}_1 - \bar{X}_2) (\bar{X}_1 - \bar{X}_2)' A \rightarrow \max .$$

Для нахождения вектора коэффициентов дискриминантной функции необходимо максимизировать межгрупповую вариацию и минимизировать внутригрупповую:

$$\text{Или } F = \frac{A' (\bar{X}_1 - \bar{X}_2) (\bar{X}_1 - \bar{X}_2)' A}{A' [(n_1 + n_2 - 2) S_*] A} \rightarrow \max .$$

Коэффициенты дискриминантной функции определим по формуле:

$$A = S_*^{-1} (\bar{X}_1 - \bar{X}_2) . \quad (4)$$

Полученные значения коэффициентов подставляют в формулу (1) и для каждого района в обеих группах вычисляют дискриминантные функции, затем находят среднее значение для каждой группы. Таким образом, каждый  $i$ -й район, который первоначально описывался  $m$  переменными, будет помещен в одномерное пространство, т.е. ему будет соответствовать одно значение дискриминантной функции, следовательно, размерность признакового пространства снижается.

Для районов Полтавской области рассчитаны дискриминантные функции.

### Классификация районов на две группы с предкризисным и кризисным состоянием уровня энергетической безопасности

Среднее значение функции для множества (M1) районов с предкризисным состоянием уровня энергетической безопасности:

$$\begin{aligned} \bar{f}_1(x) = & 211,111 \bar{x}_{11} - 87,978 \bar{x}_{12} + 30,284 \bar{x}_{13} + 5,57 \times 10^3 \bar{x}_{14} + 5,569 \times 10^3 \bar{x}_{15} + 77,357 \bar{x}_{16} - 34,069 \bar{x}_{17} - \\ & - 52,534 \bar{x}_{18} - 28,890 \bar{x}_{19} + 9,555 \bar{x}_{110} - 41,945 \bar{x}_{111} - 62,623 \bar{x}_{112} - 5,021 \bar{x}_{113} + 22,401 \bar{x}_{114} + 74,703 \bar{x}_{115} - \\ & - 10,111 \bar{x}_{116} - 21,951 \bar{x}_{117} + 44,262 \bar{x}_{118} + 33,672 \bar{x}_{119} - 52,312 \bar{x}_{120} + 48,719 \bar{x}_{121} - 6,771 \bar{x}_{122} - 59,182 \bar{x}_{123} + \\ & + 2,317 \bar{x}_{124} + 43,811 \bar{x}_{125} + 28,756 \bar{x}_{126} - 72,121 \bar{x}_{127} + 127,23 \bar{x}_{128} - 2,358 \bar{x}_{129} = 248,068. \end{aligned}$$

Среднее значение функции для множества (M2) районов с кризисным состоянием уровня энергетической безопасности:

$$\begin{aligned} \bar{f}_2(x) = & 211,111 \bar{x}_{11} - 87,978 \bar{x}_{12} + 30,284 \bar{x}_{13} + 5,57 \times 10^3 \bar{x}_{14} + 5,569 \times 10^3 \bar{x}_{15} + 77,357 \bar{x}_{16} - 34,069 \bar{x}_{17} - \\ & - 52,534 \bar{x}_{18} - 28,890 \bar{x}_{19} + 9,555 \bar{x}_{110} - 41,945 \bar{x}_{111} - 62,623 \bar{x}_{112} - 5,021 \bar{x}_{113} + 22,401 \bar{x}_{114} + 74,703 \bar{x}_{115} - \\ & - 10,111 \bar{x}_{116} - 21,951 \bar{x}_{117} + 44,262 \bar{x}_{118} + 33,672 \bar{x}_{119} - 52,312 \bar{x}_{120} + 48,719 \bar{x}_{121} - 6,771 \bar{x}_{122} - \\ & - 59,182 \bar{x}_{123} + 2,317 \bar{x}_{124} + 43,811 \bar{x}_{125} + 28,756 \bar{x}_{126} - 72,121 \bar{x}_{127} + 127,23 \bar{x}_{128} - 24,358 \bar{x}_{129} = -501,026. \end{aligned}$$

Константа дискриминации:

$$C = \frac{\bar{f}_1(x) + \bar{f}_2(x)}{2} = -126,479 .$$

В результате многомерного анализа получены уравнения разделяющих поверхностей для районов Полтавской области.

### **Выводы**

В работе проведена оценка состояния энергетического комплекса Полтавской области, которая позволила количественно оценить уровень кризиса территории для принятия решений по энергосбережению. Для уменьшения влияния субъективной составляющей экспертизы применен метод, основанный на комбинации дискриминантного анализа и экспертных оценок. Такой подход позволил провести классификацию районов Полтавской области на нормальное, предкризисное и кризисное состояние.

### **Литература**

1. Вавилов А. Энергетическая безопасность государства в современных условиях// Энергетическая политика Украины.-2003.-№4.- 27с.
2. Розен В.П., Залунина О.М. Структура угроз энергетической безопасности и их характеристика. Вестник Национального Технического Университета «ХПИ» Сборник научных трудов. Тематический выпуск «Технический прогресс и эффективность производства» 8-2`2000. - С. 162-167.
3. Жуковская В.М., Мучник И.Б. Факторный анализ в социально-экономических исследованиях. – М.: Статистика, 1976. – 152 с.
4. Андерсон Т.В. Введение в многомерный статистический анализ. – М.:Физматгиз,1963. – 500 с.