

Разанов М.Р., Артюшин Ю.И.

ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ТЕРРИТОРИЙ ПРИ НЕЧЕТКОЙ ИСХОДНОЙ ИНФОРМАЦИИ

В работе исследуются методы учета неопределенностей в задачах классификации состояния энергетической безопасности и надежности ресурсов топливно-энергетического комплекса территорий. Предлагаемая методика диагностирования состояния территорий РФ по критериям энергетической безопасности, надежности топливо- и энергоснабжения в условиях неопределенности позволяет оценить состояние ресурсов ТЭК в кризисных ситуациях и может быть использована для предупреждения чрезвычайных ситуаций, снижения рисков и смягчения последствий ЧС техногенного характера.

Ключевые слова: индикаторы, пространство индикаторов, индикативные показатели, индикативный подход, функция принадлежности, лингвистические переменные, нечеткие множества, нечеткие значения параметров, нечеткие отношения, нечеткие логические связи. Степень принадлежности ситуации

В настоящее время для оценки уровней энергетической безопасности, надежности топливо- и энергоснабжения территорий успешно применяется индикативный подход [1,2]. Он заключается в использовании для классификации состояния энергетической безопасности и надежности ресурсов топливно-энергетического комплекса (ТЭК) некоторых комбинаций непосредственно оцениваемых исходных параметров. Эти комбинации принято называть индикаторами или индикативными показателями. Индикаторы объединяются в блоки, отражающие некоторые характерные стороны в функционировании ТЭК.

С использованием индикативного подхода задачи диагностирования энергетической безопасности и надежности топливо- и энергоснабжения формулируются как задачи распознавания образов в пространстве индикаторов. С учетом того, что при описании классов приходится иметь дело с неопределенностями разного рода эта задача может быть представлена как задача распознавания при нечеткой исходной информации [3].

Для решения такой задачи в работе предлагается методика, основанная на понятиях и математическом аппарате теории нечетких множеств [4,5]. Ее начальным этапом является представление общетеоретической информации и суждений экспертов о рассматриваемой системе в виде описания классов. Классы описываются высказываниями типа: "Если А И В И ..., то это класс N". В этой записи А и В - условия, налагаемые на значения параметров или индикаторов, N - наименование класса. Например: «если индикатор I_1 меньше 7 и индикатор I_2 больше 45, то это класс нормальных состояний». Для описания одного класса может быть использовано несколько подобных высказываний, которые связаны между собой логической связкой «ИЛИ».

Высказывания могут формулироваться с применением лингвистических переменных, нечетких значений параметров, нечетких отношений и нечетких логических связей.

Применению логических связок ИЛИ, И соответствуют операции объединения и пересечения нечетких подмножеств соответственно. Они определены следующим образом:

$$\begin{aligned} \mu(x) &= \min(\nu(x), \lambda(x)) & - & \text{И}; \\ \mu(x) &= \max(\nu(x), \lambda(x)) & - & \text{ИЛИ}, \end{aligned} \quad (1)$$

где $\nu(x)$ и $\lambda(x)$ - функции принадлежности условий, налагаемых на значения параметров.

Лингвистические переменные (ЛП) применяются для параметров, которые не имеют числовых оценок, или из-за отсутствия информации эти оценки не могут быть определены. При введении ЛП каждому элементу набора ее значений ставится в соответствие определенная функция принадлежности на интервале $[0,1]$, и в дальнейшем ее использование аналогично использованию числовых нечетких значений параметров.

При наличии описаний классов в виде набора сочетаний высказываний по всем параметрам любая ситуация может быть отнесена к тому или иному классу. Распознавание предъявленной ситуации проводится путем определения степени её принадлежности каждому из классов с использованием формулы:

$$\lambda_i = \max_k \left\{ \min_j \left[\sup_{x \in X_j} (\min(\mu_j(x), \nu_{ijk}(x))) \right] \right\} \quad (2)$$

где: i - номер класса;

λ_i - степень принадлежности ситуации классу с номером i ;

k - номер высказывания i -го класса;

j - номер параметра;

X_j - область значений j -го параметра;

$\mu_j(x)$ - функция принадлежности оценки ситуации по j -му параметру;

$\nu_{ijk}(x)$ - функция принадлежности k -го высказывания по j -му параметру сочетания i -го класса.

Иными словами, чтобы определить степень принадлежности ситуации какому-либо классу необходимо:

1. Определить точные верхние границы пересечений функций принадлежности оценок ситуации и высказываний класса по отдельным параметрам.
2. Определить минимальные значения этих точных верхних границ по параметрам.

3. Определить максимальную из степеней принадлежности ситуации по высказываниям рассматриваемого класса.

При диагностике необходимо учитывать значения степеней принадлежности ситуации всем классам, с применением понятий четкой принадлежности, принадлежности в какой-то мере и минимальной, в смысле формирования суждений, степени принадлежности классу (α -уровня). На примере трехклассовой базы знаний, при степенях принадлежности ситуации классам $\lambda_1 = 1, \alpha \leq \lambda_2 < 1, \lambda_3 < \alpha$, можно сформулировать следующее суждение о принадлежности рассматриваемой ситуации: «ситуация четко принадлежит первому классу, но при этом она в какой-то мере принадлежит второму классу и не принадлежит третьему классу».

Данная методика позволила решать задачи оценки энергетической безопасности и надежности топливо- и энергоснабжения территорий федеральных округов Российской Федерации.

Литература

1. Воропай Н.И., Криворучкий Л.Д., Асланян Г.С, Ильин А.А. Об энергетической безопасности государства (характеристика проблем и методические основы исследования) // Энергетика и электрификация. - 1995. — №3.- С. 49-51.
2. Орловский С.А. Проблемы принятия решений при нечеткой исходной информации. - М.: Наука. Гл. редакция физ.-мат. литературы, 1981. -208 с
3. Фукунага К. Введение в статистическую теорию распознавания образов. - М.: Наука, 1979. - 368 с.
4. Кофман А. Введение в теорию нечетких множеств. - М.: Радио и связь, 1982.- 432с.
5. Zadeh L.A. Fuzzy sets//Inform. Control. - 1965. V. 8. - № 3. p. 338-353.