

падвярджаетца паказчыкам F-статыстыкі, і значэнні t-статыстыкі характарызуюць усе параметры ўраўнення як значныя, то толькі ў такім выпадку мадэль можа быць выкарыстана для прагназавання.

Аўтарам пабудаваныя дзве фактарныя мадэлі множнай рэгрэсіі: экспаненцыяльная і лінейная. Яны з выдатнымі статыстычнымі характарыстыкамі вызначаюць імпорт прыроднага газу як функцыю ад чынікаў “Сярэдняя цана імпартаванай 1000 куб. м” і “Спажыванне газу”. Вынікі ўкладзеных прагнозаў менш чым на 1% адрозніваюцца ад афіцыйных лічбаў. Значна большую долю пагрэшнасці утрымлівалі вынікі, атрыманыя метадамі экстрапаляцыі і экспаненцыяльнага згладжвання з рэгулюемым тэндэнцыяй вуальіруюцца дакладныя прычыны наяўных зменаў у энергаспажыванні. Таму значэнні ўсіх прагнозных паказчыкаў павінны ўдакладняцца з дапамогай метадаў экспертных ацэнак.

Удакладненне аб'ёмаў імпарту энергарэсурсаў абавязкова трэба ажыццяўляць з дапамогай балансавага метаду. Можна складаць зводныя балансы паліва ў натуральных адзінках і тонах умоўнага паліва; укладаць балансы па асобных відах энергарэсурсаў.

На доўгатэрміновую перспектыву аб'ёмы імпарту энергарэсурсаў прагназуюцца з дапамогай сістэм метадаў з улікам з'яўлення новых тэхналогій у даследуемай і сумежных галінах, змены эканамічнай і палітычнай сітуацыі, якія выклікаюць неабходнасць зменаў структуры імпарту і яго дынамікі, ваганне сусветнага попыту і прапановы на энергарэсурсы.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕОРИИ НЕЧЕТКИХ МНОЖЕСТВ В ПРОЦЕССЕ ПРИНЯТИЯ НАИЛУЧШЕГО РЕШЕНИЯ**

Буяльский И.

Белорусский государственный экономический университет

Руководитель: доцент Кашникова И. В.

Процесс принятия решений в любых сферах человеческой деятельности связан прежде всего со сбором и обработкой необходимой информации. Очевидно, что достижение целей и принятие обоснованных решений должно опираться на всесторонний анализ внешних и внутренних факторов, определяющих состояние и развитие анализируемого объекта. Результаты, возникающие в процессе принятия решений, в основном носят аналитический характер и направлены на принятие оценок некоторых ситуаций, планов, проектов. Решение таких задач должно базироваться на органическом сочетании в рамках системного подхода экспертной методологии и перспективных математических методов обработки данных, представляющих собой научно-обоснованную технологию.

Одна из самых перспективных технологий решения экспертно-аналитических задач в условиях неопределенности получила название Fuzzy-технология. В рассматриваемом методе экспертные предпочтения представле-

ны с помощью нечетких чисел, имеющих функции принадлежности треугольного вида.

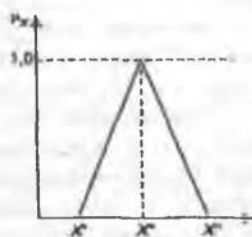


Рис 1. Треугольное представление нечеткого числа

Пусть имеется множество альтернатив  $A = \{a_1, a_2, \dots, a_m\}$  и множество критериев  $C = \{c_1, c_2, \dots, c_n\}$ , при этом оценка  $j$ -й альтернативы по  $i$ -му критерию представлена нечетким числом  $R_{ij}$ , а относительная важность  $i$ -го критерия задается коэффициентом  $\alpha_i$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$ . Если коэффициенты  $\alpha_i$  нормированы, то взвешенная оценка  $j$ -й альтернативы вычисляется по формуле

$$R_j = \sum_{i=1}^n \alpha_i R_{ij}$$

Если функции принадлежности  $\mu_a(r_j)$  и  $\mu_a(\alpha_i)$  имеют треугольный вид, то для них, как и для нечеткого числа  $X$ , вершина  $X^*$ , а также левая  $X'$  и правая  $X''$  границы определяются следующими соотношениями:

$$\begin{aligned} \forall \delta: \mu(X') = 0, \mu(X' - \delta) = 0, \mu(X' + \delta) \neq 0; \\ \forall \delta: \mu(X'') = 0, \mu(X'' - \delta) \neq 0, \mu(X'' + \delta) = 0, \mu(X^*) = 1. \end{aligned}$$

Взвешенная оценка  $j$ -й альтернативы  $R_j$  является результатом линейной комбинации нечетких чисел и также будет иметь функцию принадлежности треугольного вида. Вершину и границы нечеткого числа  $Z = X \times Y$ , полученного в результате операций сложения или умножения (символ  $\times$  обозначает обобщенную операцию), можно вычислить следующим образом:

$$Z' = X' \times Y', Z'' = X'' \times Y'', Z^* = X^* \times Y^*.$$

Ранжирование альтернатив с использованием полученных взвешенных оценок возможно на основе их нечеткой композиции:

$$\mu_j(j) = \sup_{\substack{j=1, \dots, m \\ \alpha_1, \dots, \alpha_n}} \min \mu_{R_j}$$

Здесь  $\mu_j(j)$  — нечеткое множество альтернатив, соответствующих понятию "лучшая альтернатива". Лучшей считается альтернатива, имеющая наибольшее значение  $\mu_j(j)$ .

Приоритет каждой альтернативы вычисляется путем выбора минимума среди точек пересечения правой границы соответствующего ей нечеткого числа  $R_j$  с границами нечетких чисел, представляющих взвешенные оценки альтернатив, расположенных правее на числовой оси (удовлетворяющих условию  $r_k > r_j$ ). При этом предполагается, что правая граница области определения нечетких чисел соответствует самым предпочтительным оценкам, а левая — наимудшим.

Анализ результатов позволяет сделать вывод о том, что метод принятия решений на основе нечетких моделей позволяет удобно и достаточно объективно производить оценку альтернатив по отдельным критериям. В отличие от других методов, добавление новых альтернатив не изменяет порядок ранее ранжированных наборов. При оценке альтернатив по критериям возможна как лингвистическая оценка, так и оценка на основе точечных оценок с использованием функции принадлежности критериев.

## ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ В ЭКОНОМИЧЕСКОМ АНАЛИЗЕ ТЕОРИИ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

Жуковская Н. Ф.

Белорусский государственный технологический университет

Руководитель: Макаренко И. В.

Теория массового обслуживания – прикладная область теории случайных процессов. Предметом ее исследования являются вероятностные модели реальных процессов обслуживания, в которых, с одной стороны, в случайные /не случайные моменты времени возникают запросы на выполнение каких-либо работ, а с другой, происходит постоянное удовлетворение данных запросов. Та часть процесса, в которой возникают запросы, называется обслуживаемой системой, а та, которая принимает запросы и удовлетворяет их – обслуживающей. Совокупность указанных систем представляет собой систему массового обслуживания.

Теория массового обслуживания (теория очередей) используется для анализа количественной стороны процессов и явлений, связанных с массовым обслуживанием. Она применяется при массовых явлениях вероятностного характера, то есть таких процессов, в которых наступление каждого события не строго определено, а может наступить с определённой вероятностью.

Системами массового обслуживания являются, например, комплекс погрузочно-разгрузочных работ, обработка широкой номенклатуры деталей на одном и том же технологическом оборудовании, организация наладки и ремонта оборудования; планирование резервных и страховых запасов ресурсов; обработка плановой и отчетной документации.

Применение теории массового обслуживания не ограничивается перечисленными выше областями. Она находит все более широкое использование при исследовании различных сторон человеческой деятельности.