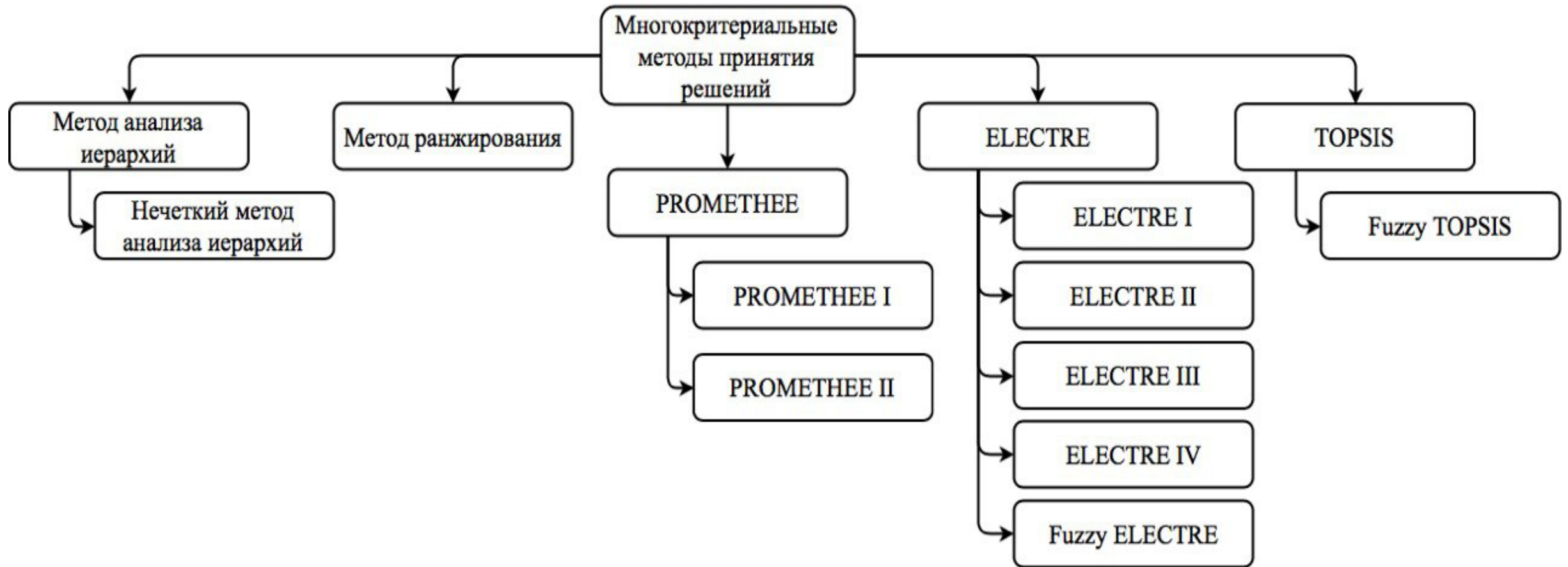


ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО

**Применение модифицированного алгоритма
Fuzzy ELECTRE для многокритериальных задач
принятия решений**

Пиунова Е. И., Чернышова Г. Ю.

Классификация многокритериальных методов принятия решений



Обзор подхода FUZZY ELECTRE II

- ▶ Выбрать критерии B_1, B_2, \dots, B_m и альтернативы A_1, A_2, \dots, A_n ;
- ▶ Задать веса критериев w_j , где $0 \leq w_j \leq 1, \sum_{j=1}^m w_j = 1$;
- ▶ Построить матрицу решений $M(m \times n)$:

$$M = \begin{bmatrix} \mu_{11}, \nu_{11} & \cdots & \mu_{1n}, \nu_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \mu_{m1}, \nu_{m1} & \cdots & \mu_{mn}, \nu_{mn} \end{bmatrix}$$

где μ_{ij}, ν_{ij} – соответствующие степени принадлежности и непринадлежности x_{ij} , степень неуверенности $\pi_{ij} = 1 - \mu_{ij} - \nu_{ij}$;

- ▶ Определить сильно, средне, слабо согласованные множества критериев:

$$\begin{aligned} \bar{C}_{kl} &= \{j | j \in J, \mu_{kj} \geq \mu_{lj}, \nu_{kj} < \nu_{lj}, \pi_{kj} < \pi_{lj} \}, \\ \bar{C}'_{kl} &= \{j | j \in J, \mu_{kj} \geq \mu_{lj}, \nu_{kj} < \nu_{lj}, \pi_{kj} \geq \pi_{lj} \}, \\ \bar{C}''_{kl} &= \{j | j \in J, \mu_{kj} \geq \mu_{lj}, \nu_{kj} \geq \nu_{lj} \}, \\ &\text{где } J = \{j | j = 1, 2, \dots, n\}; \end{aligned}$$



Обзор подхода FUZZY ELECTRE II

- ▶ Определить сильно, средне, слабо несогласованные множества критериев:

$$\begin{aligned}\bar{D}_{kl} &= \{j | j \in J, \mu_{kj} < \mu_{lj}, v_{kj} \geq v_{lj}, \pi_{kj} \geq \pi_{lj}\}, \\ \bar{D}'_{kl} &= \{j | j \in J, \mu_{kj} < \mu_{lj}, v_{kj} \geq v_{lj}, \pi_{kj} < \pi_{lj}\}, \\ \bar{D}''_{kl} &= \{j | \mu_{kj} < \mu_{lj}, v_{kj} < v_{lj}\}, \\ &\text{где } J = \{j | j = 1, 2, \dots, n\};\end{aligned}$$

- ▶ Вычислить матрицу согласованности $G(m \times n)$, элементы которой рассчитываются по формуле:

$$g_{kl} = w_C \times \sum_{j \in C_{kl}} w_j + w_{C'} \times \sum_{j \in C'_{kl}} w_j,$$

где w_C и $w_{C'}$ – веса согласованного и слабо согласованного множеств соответственно, w_j – вес критерия;

- ▶ Вычислить матрицу несогласованности $H(m \times n)$, элементы которой рассчитываются по формуле:

$$h_{kl} = \frac{\max_{j \in D_{kl}} w_D^* \times d(X_{kj}, X_{lj})}{\max_{j \in J} d(X_{kj}, X_{lj})},$$

где d – расстояние между двумя нечеткими оценками альтернатив по критериям;



Метрики

- Евклидово расстояние между нечеткими множествами A и B :

$$d(A, B) = \sqrt{\frac{1}{2n} \sum_{j=1}^n \left((\mu_A(x_j) - \mu_B(x_j))^2 + (v_A(x_j) - v_B(x_j))^2 + (\pi_A(x_j) - \pi_B(x_j))^2 \right)};$$

- Расстояние Хемминга между двумя нечеткими множествами:

$$d(A, B) = \frac{1}{2} \sum_{x_j \in X} (|\mu_A(x_j) - \mu_B(x_j)| + |v_A(x_j) - v_B(x_j)| + |\pi_A(x_j) - \pi_B(x_j)|);$$

- Обобщенное нормированное расстояние Хаусдорфа :

$$d(A, B) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \max\{|\mu_A(x_j) - \mu_B(x_j)|, |v_A(x_j) - v_B(x_j)|, |\pi_A(x_j) - \pi_B(x_j)|\};$$

- Манхэттенская метрика :

$$d(A, B) = \sum_{x_j \in X} (|\mu_A(x_j) - \mu_B(x_j)| + |v_A(x_j) - v_B(x_j)| + |\pi_A(x_j) - \pi_B(x_j)|)$$

- Расстояние Журавлева:

$$d(A, B) = \sum_{i=1}^n I_i,$$

где

$$I_i = \begin{cases} 1, & \text{если } ((\mu_A(x_j) - \mu_B(x_j)) + (v_A(x_j) - v_B(x_j)) + (\pi_A(x_j) - \pi_B(x_j))) < \varepsilon; \\ 0, & \text{если } ((\mu_A(x_j) - \mu_B(x_j)) + (v_A(x_j) - v_B(x_j)) + (\pi_A(x_j) - \pi_B(x_j))) \geq \varepsilon \end{cases}$$

Обзор подхода FUZZY ELECTRE II

- ▶ Вычислить матрицу доминирования согласованности $K(m \times n)$, элементы которой рассчитываются по формуле:

$$k_{kl} = g^* - g_{kl}, \text{ где } g^* - \text{максимальное значение } g_{lk};$$

- ▶ Вычислить матрицу доминирования несогласованности L , элементы которой рассчитываются по формуле:

$$l_{kl} = h^* - h_{kl}, \text{ где } h^* - \text{максимальное значение } h_{lk};$$

- ▶ Определить общую матрицу доминирования $R(m \times n)$, элементы которой рассчитываются по формуле:

$$r_{kl} = \frac{l_{kl}}{k_{kl} + l_{kl}};$$

- ▶ Выполнить ранжирование альтернатив.
-



Проектирование приложения для реализации Fuzzy ELECTRE



Функциональные возможности web-приложения

Функциональные возможности web-приложения включают:

- ▶ формирование списка критериев оценки;
- ▶ формирование списка альтернатив;
- ▶ задание пороговых значений для критериев;
- ▶ представление результата в виде ранжированного списка проектов;
- ▶ выбор наилучшей альтернативы.



Пример применения Fuzzy ELECTRE II для оценки инвестиционных проектов

Критерии	Возможные значения критериев, x_j	Степень принадлежности значения критерия к альтернативе, $\mu_A(x_j)$	Степень непринадлежности значения критерия к альтернативе, $\nu_A(x_j)$	Вес критерия, w_j
Планируемый доход (B_1)	Высокий	0,3	0,05	0,47
	Выше среднего	0,2	0,1	
	Средний	0,15	0,15	
	Ниже среднего	0,1	0,2	
	Убытки	0,05	0,3	
Влияние на экологию (B_2)	Сильное загрязнение	0,5	0,1	0,09
	Среднее загрязнение	0,3	0,3	
	Незначительное загрязнение	0,1	0,5	
Спрос на услуги компании (B_3)	Высокий	0,5	0,1	0,29
	Средний	0,2	0,2	
	Низкий	0,1	0,5	
Новая отрасль (B_4)	Да	0,4	0,3	0,15
	Нет	0,3	0,4	

Пример применения Fuzzy ELECTRE II для оценки инвестиционных проектов

Экспертные оценки заданных проектов

Проекты (альтернативы)	Критерии			
	Планируемый доход (B_1)	Влияние на экологию (B_2)	Спрос на услуги компании (B_3)	Новая отрасль (B_4)
A_1	Высокий	Незначительное загрязнение	Высокий	Да
A_2	Убытки	Сильное загрязнение	Низкий	Нет
A_3	Выше среднего	Среднее загрязнение	Средний	Да
A_4	Выше среднего	Среднее загрязнение	Высокий	Нет
A_5	Высокий	Среднее загрязнение	Средний	Да

Пример применения Fuzzy ELECTRE II для оценки инвестиционных проектов

Ранжированный список проектов

Позиция, занимаемая в ранжировании	Проект
1	A_1
2	A_5
3	A_4
4	A_3
5	A_2



Использование проекта для решения практических задач оценки инвестиционных проектов

- ▶ Предлагаемое web-приложение, реализующее модифицированный алгоритм Fuzzy ELECTRE II, предназначено для интегрированной оценки инвестиционных проектов с целью выбора альтернативы.
- ▶ Данное приложение может быть использовано частными инвесторами для выбора наиболее привлекательного инвестиционного проекта с использованием нестандартной методики и расширенного набора критериев, а также с использованием качественных и количественных значений. При этом не предъявляются особые требования к уровню квалификации пользователя в области ИТ.

