

Е.А. Карапетянаспирант кафедры менеджмента и бизнеса факультета экономики и менеджмента
Ереванский государственный университет**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА НОРМАЛИЗАЦИИ РАЗНОРОДНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ ДЛЯ ВЫБОРА ПРЕДПОЧТИТЕЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ**

Аннотация. В статье осуществлен сравнительный анализ действующих технологий по переработке ТБО. При этом использовались опубликованные в литературе одноименные технико-экономические и экологические показатели для трех наиболее популярных технологий по обезвреживанию и утилизации ТБО. Выбор предпочтительного варианта осуществлялся с использованием алгоритма нормализации разнородных показателей качества, разработанного для случая, когда заданы интервалы варьирования этих показателей.

Ключевые слова: инновации, инновационные проекты, экономико-математические методы и модели, разнородные показатели.

Введение

Проблема переработки и утилизации твердых бытовых отходов (ТБО) решается либо путем их захоронения на специально отведенных для этой цели полигонах, либо путем их переработки и утилизации на мусороперерабатывающих заводах.

Как отмечается в докладе, сделанном по комиссии научного совета РАН по экологии и чрезвычайным ситуациям, на сегодняшний день наибольшее распространение получили такие технологические способы переработки ТБО, как сжигание, пиролиз и плазменная газификация [1, с. 28].

Гипотеза

В этом докладе сделана попытка осуществить сравнительный анализ всех трех технологий с использованием совокупности экономических и что самое важное- экологических факторов, т.е. приняты во внимание не только капитальные и эксплуатационные затраты, но и долговременные последствия загрязнения окружающей среды. Анализ осуществляется с использованием 16 разнородных показателей качества, из которых в настоящей работе использованы только три показателя с заданными интервальными границами их изменения. Они приведены в Таблице 1. В ней же приведены обозначения, заимствованные нами из описания алгоритма нормализации разнородных показателей качества [2, с. 35-44].

Таблица 1. Исходные данные для решения задачи

Показатели качества $K_i(S_n)$ / Проекты (S_n)	S_1 (сжигание)	S_2 (пиролиз)	S_3 (плазменная газификация)	m_i
1. Удельные капиталовложения- $K_1(S_n)$ тыс руб/1 т. ТБО в год	17-30	14-20	20-24	30
2. Удельные эксплуатационные затраты- $K_2(S_n)$ руб/1т.ТБО	1500-2000	1300-1800	2000-2500	2500
3. Удельная занимаемая площадь- $K_3(S_n)$ м ³ /1 т. ТБО	0.1-0.2	0.15-0.30	0.1-0.2	0.30

Поскольку величины выбранных для анализа показателей качества заданы не в виде конкретных чисел, а в интервальном виде, это обстоятельство не позволяет использовать для выбора наиболее предпочтительной технологии переработки ТБО известные методы математической оптимизации [3, с. 50-68].

Методы

Для решения поставленной задачи автор использовал метод нормализации разнородных показателей качества, описанный в опубликованной в 2009 году коллективной монографии, посвященной разработке комплекса математических моделей и алгоритмов, обеспечивающих решение подобных задач. Согласно этому алгоритму, выбор предпочтительного варианта осуществляется с использованием метода нормализации разнородных интервальных показателей качества инновационных проектов.

В монографии приведен пример решения задачи, подобной описанной в нашей статье. При ознакомлении с этим примером мы заметили, что, к сожалению, авторами допущена ошибка. В частности, в приведенном ими примере максимизируется ориентировочная стоимость и минимизируется ожидаемый эффект, что должно быть с точностью наоборот [4, с. 100-105]. Экономическая функция выбранных критерии противоречит целям, которые авторы поставили при решении задачи. Ориентировочная стоимость должна быть минимизирован, а ожидаемый эффект максимизирован.

Результаты и обсуждение

В соответствии с выбранным алгоритмом, в нашей задаче на первом этапе была осуществлена нормализация разнородных интервальных показателей качества $K_i(S_n)$ для всех трех инновационных проектов. Нумерация инновационных проектов осуществлена следующим образом: S_1 - сжигание, S_2 - пиролиз, S_3 - плазменная газификация. В рассматриваемом нами случае $K_i(i = 1,3)S_n(n = 1,3)$ а именно,

$K_1(S_n)$ - удельные капиталовложение, тыс. руб/1т. ТБО;

$K_2(S_n)$ - удельные эксплуатационные затраты; руб/1т.ТБО;

$K_3(S_n)$ - удельная занимаемая площадь; м³/ 1т.ТВО в год;

где m_i – ширина интервала оценок по i -му частному интервальному показателю качества.

Предполагается минимизация всех трех показателей.

В качестве теоретической базы для решения задачи использовалась интервальная арифметика Каухера [5, стр. 65-79]. Как видно из Таблицы 1 показатели $K_1(S_n), K_2(S_n), K_3(S_n)$ являются разнородными, измеряемыми в интервальной шкале, с различными диапазонами отклонения качества.

Ширина m_i интервалов оценок по i -му частному интервальному показателю качества определяется предельно допустимыми значениями частных показателей качества.

При решении задачи использовалась следующая формула, определяющая элементы $\mu K_1(S_k, S_l)$ для всех k и l .

$$\begin{aligned} \mu^u K_i(S_k, S_l) &= \frac{K_i(S_k) - K_i(S_l)}{m_i} = \frac{[K_i(S_k); \overline{K_i(S_k)}] - [K_i(S_l); \overline{K_i(S_l)}]}{m_i} \\ &= \frac{[\min\{[K_i(S_k) - K_i(S_l); \overline{K_i(S_k)} - \overline{K_i(S_k)}]\}; \max\{[K_i(S_k) - K_i(S_l); \overline{K_i(S_k)} - \overline{K_i(S_k)}]\}]}{m_i} \end{aligned}$$

(1)

$$\mu K_1(S_1, S_2) = \frac{[17,30] - [14,20]}{30} = \frac{[\min\{17-14; 14-20\}; \max\{17-14; 30-20\}]}{30} = \frac{[3,10]}{30} = [0.1 ; 0.33] \quad ($$

УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ И ИННОВАЦИИ

$$\mu K_1(S_1, S_3) = \frac{[17,30]-[14,20]}{30} = \frac{[\min\{17-20;30-24\};\max\{17-20;30-24\}]}{30} = \frac{[-3,6]}{30} = [-0.1; 0.2]$$

$$\mu K_2(S_2, S_1) = \frac{[14,20]-[17,30]}{30} = [-0.1; -0.33]$$

$$\mu K_1(S_2, S_3) = \frac{[14,20]-[20,24]}{30} = [-0.06; -0.04]$$

$$\mu K_1(S_3, S_1) = \frac{[20,24]-[17,30]}{30} = [-0.03; -0.06]$$

$$\mu K_1(S_3, S_2) = \frac{[20,24]-[14,20]}{30} = [0.06; 0.04]$$

Оценочная матрица $\|\mu^u K_1(S_k, S_l)\|$ приведена в Таблице 2.

Таблица 2. Оценочная матрица $\|\mu^u K_1(S_k, S_l)\|$

Проекты(S _k) \ Проекты (S _l)	S ₁	S ₂	S ₃
S ₁	0	[0.1;0.33]	[-0.1;0.2]
S ₂	[-0.33;0.1]	0	[-0.2;-0.13]
S ₃	[-0.2;-0.1]	[-0.13;0.2]	0

Аналогично определяются значения $\mu^u K_2(S_k, S_l)$ и $\mu^u K_3(S_k, S_l)$. Полученные данные сведены в Таблицу 3 и Таблицу 4.

Таблица 3. Оценочная матрица $\|\mu^u K_2(S_k, S_l)\|$

Проекты(S _k) \ Проекты (S _l)	S ₁	S ₂	S ₃
S ₁	0	[0.08;0.03]	[-0.2;-0.2]
S ₂	[-0.08;-0.08]	0	[-0.28;-0.28]
S ₃	[-0.2;0.2]	[0.28;0.28]	0

Таблица 4. Оценочная матрица $\|\mu^u K_3(S_k, S_l)\|$

Проекты(S _k) \ Проекты (S _l)	S ₁	S ₂	S ₃
S ₁	0	[-0.33;-0.16]	0
S ₂	[0.16;0.33]	0	[0.016;0.30]
S ₃	0	[-0.3;-0.016]	0

С использованием следующей формулы определяются элементы $\mu_D^u K_i(S_k, S_l) (\forall k, l)$. Они приведены в Таблицах 5, 6, 7.

$$\begin{aligned} \mu_D^u K_i(S_k, S_l) &= \mu_D^u K_i(S_k, S_l) - \mu_D^u K_i(S_l, S_k) = \\ &= [\mu_D^u K_i(S_k, S_l); \overline{\mu_D^u K_i(S_k, S_l)}] - [\mu_D^u K_i(S_l, S_l); \overline{\mu_D^u K_i(S_l, S_k)}] = \\ &= \frac{\min\{[\mu_D^u K_i(S_k, S_l) - \mu_D^u K_i(S_l, S_k)]; [\overline{\mu_D^u K_i(S_k, S_l)} - \overline{\mu_D^u K_i(S_l, S_l)}]\}}{\max\{[\mu_D^u K_i(S_k, S_l) - \mu_D^u K_i(S_l, S_k)]; [\overline{\mu_D^u K_i(S_k, S_l)} - \overline{\mu_D^u K_i(S_l, S_l)}]\}} \end{aligned}$$

(2)

$$\mu_D^u K_i(S_1, S_2) = [0.1; 0.33] - [-0.33; 0.1] = 0.23; 0.43$$

$$\mu_D^u K_i(S_1, S_3) = [0.1; 0.2] - [-0.2; 0.1] = 0.1; 0.1$$

Таблица 5. Оценочная матрица $||\mu_D^u K_1(S_k, S_l)||$

Проекты (S _k) \ Проекты (S _l)	S ₁	S ₂	S ₃
S ₁	0	0.2	0
S ₂	-0.2	0	0
S ₃	0	0	0

Таблица 6. Оценочная матрица $||\mu_D^u K_2(S_k, S_l)||$

Проекты (S _k) \ Проекты (S _l)	S ₁	S ₂	S ₃
S ₁	0	0	0
S ₂	0	0	0
S ₃	0	0	0

Таблица 7. Оценочная матрица $||\mu_D^u K_3(S_k, S_l)||$

Проекты (S _k) \ Проекты (S _l)	S ₁	S ₂	S ₃
S ₁	0	0	0
S ₂	0	0	0
S ₃	0	0	0

С использованием следующей формулы вычисляются значения $\mu_{ND} K_1(S_k, S_l)$, $\mu_{ND} K_2(S_k, S_l)$ и $\mu_{ND} K_3(S_k, S_l)$. Полученные данные сведены в Таблицы 8,9,10.

$$\mu_{ND} K_i(S_k, S_l) = \begin{cases} 1, & \text{если } \mu_D^u K_i(S_k, S_l) < 0 \\ 1 - \mu_D^u K_i(S_k, S_l), & \text{если } \mu_D^u K_i(S_k, S_l) \geq 0 \end{cases} \quad (3)$$

Таблица 8. Оценочная матрица $|| \mu_{ND}K_1(S_k, S_l) ||$

Проекты(S _k) \ Проекты (S _l)	S ₁	S ₂	S ₃
S ₁	1	0.8	1
S ₂	1	1	1
S ₃	1	1	1
$\min \mu_{ND}K_1(S_k, S_l)$	1	0.8	1

Таблица 9. Оценочная матрица $|| \mu_{ND}K_2(S_k, S_l) ||$

Проекты(S _k) \ Проекты (S _l)	S ₁	S ₂	S ₃
S ₁	1	1	1
S ₂	1	1	1
S ₃	1	1	1
$\min \mu_{ND}K_2(S_k, S_l)$	1	1	1

Таблица 10. Оценочная матрица $|| \mu_{ND}K_3(S_k, S_l) ||$

Проекты(S _k) \ Проекты (S _l)	S ₁	S ₂	S ₃
S ₁	1	1	1
S ₂	1	1	1
S ₃	1	1	1
$\min \mu_{ND}K_3(S_k, S_l)$	1	1	1

Значения функции принадлежности $\mu_D^*K_i(S_k)$ для каждого проекта по показателям K_1, K_2, K_3 вычисленные по следующей формуле сведены в Таблицу 11.

$$\mu_D^* K_i(S_k) = \min_{i=1, \Gamma} \mu_{ND} K_i(S_k, S_l) \quad (4)$$

Таблица 11. Значения функции принадлежности $\mu_D^*K_i(S_k)$

Проекты(S _k) \ $\mu_D^*K_i(S_k)$	$\mu_D^*K_1(S_k)$	$\mu_D^*K_2(S_k)$	$\mu_D^*K_3(S_k)$
S ₁	1	0,8	1
S ₂	1	1	1
S ₃	1	1	1

Согласно утверждению авторов использованного алгоритма, значения функций принадлежности определяются в диапазоне $[0;1]$ и характеризуют величины приоритетов соответствующих вариантов проекта при выборе. Чем они выше, тем предпочтительней является рассматриваемый вариант S_k по i -му частному показателю качества. По результатам проведенных расчетов сделаны выводы о предпочтительности выбора технологий сжигания и плазменной газификации ТБО по сравнению с пиролизной технологией.

Как видно из данных, приведенных в Таблице 1, предпочтение надо отдать технологии сжигания, так как в этом случае, при прочих равных условиях, экологический фактор становится превалирующим.

Список литературы

1. Айзерман М.А., Алескеров Ф.Т. Выбор вариантов: основы теории. – М.: Наука; Гл. Ред. Физ.-мат.лит., 1990. – с. 50-65
2. Алтунин А.Е., Семухин М.В. Модели и алгоритмы принятия решений в нечетких условиях: монография. – Тюмень: Изд-во Тюмен. Гос. ун-та, 2000. – с.100-105
3. Анисимов А.Ф., Анисимов Е.Г., Ведерников Ю.В., Матросов В.В., Черныш А.Я., Модели и методы решения задач управления инновационными проектами., Монография.Изд. «Российская Таможенная Академия»М., 2009г., С. 35-44
4. Малышевский А.Ф., Обоснование выбора оптимального способа обезвреживания твердых бытовых отходов жилого фонда в городах России Доклад на комиссии научного совета РАН по экологии и чрезвычайным ситуациям М., 2012г. - С. 28
5. *Kaucher E.* Algebraische Erweiterungen der Intervallrechnung unter Erhaltung Ordnungs- und Verbandsstrukturen // Computing Suppl. – 1977. – №. 1. – P. 65–79.