

Л. Г. Елкина, Е. Ю. Иванова, П. А. Шохова

## КЛАССИФИКАЦИЯ ОТХОДОВ ПО КРИТЕРИЮ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ИХ ВТОРИЧНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИЛИ УТИЛИЗАЦИИ

Проанализирована сложившаяся ситуация в Республике Башкортостан в области образования отходов. Рассматривается возможность использования теории нечётких множеств для оценки уровня конкурентоспособности отходов с целью их дальнейшей переработки. *Отходы; конкурентоспособность; показатели; алгоритм оценки уровня конкурентоспособности*

Республика Башкортостан относится к регионам с высокой концентрацией промышленного производства, представленного нефтеперерабатывающими, нефтехимическими заводами, энергетическим и машиностроительным комплексом и целым рядом предприятий тяжелой промышленности, занятых добычей, обработкой и переработкой природных ресурсов. Наличие в республике самого крупного в Европе комплекса химических и нефтехимических производств, а также горнодобывающих и машиностроительных предприятий, построенных в свое время без учета нагрузки на окружающую среду, привело к возникновению серьезных экологических проблем. В настоящее время в связи с все более возрастающими объемами захоронения отходов на свалках и полигонах, все более остро ставится вопрос об увеличении доли утилизации отходов. Переработке и вторичному использованию подвергаются лишь несколько десятков тонн отходов из-за слабой экономической заинтересованности предприятий, низкого технического уровня применяемых технологий, дефицита средств и современного оборудования. Поэтому темпы их образования и накопления остаются высокими [1].

Так, существует определенная группа отходов производства и потребления, которые создают типовые экологические проблемы в каждом регионе России. К числу таких отходов следует отнести макулатуру, древесные, текстильные и полимерные отходы, изношенные шины и некоторые другие отходы.

Все перечисленные отходы являются многотоннажными. При этом значительная их часть представляет коммерческий интерес и используется для производства продукции, востребо-

ванной рынком. При этом номенклатура выпускаемой продукции весьма разнообразна и для ее производства используются легкоутилизируемые отходы (табл. 1). Тем не менее, значительная часть отходов не собирается и не перерабатывается. Вместе с тем различными организациями разработаны и предлагаются технологии по переработке упомянутых отходов, причем, по утверждению разработчиков, достаточно эффективные.

Кроме того, возможность использования того или иного вида отхода в качестве сырья для производства продукции, востребованной рынком, определяется такими факторами как объем образования отходов, состав отходов, наличие инновационных и экологически чистых технологий для переработки отходов, спрос на продукцию, произведенную из отходов.

Как показывает отечественный и зарубежный опыт, процесс сбора и переработки отходов можно подразделить на [1]:

- сбор и переработку компактов отходов производства;
- сбор и переработку компактов отходов потребления;
- сбор и переработка отходов от населения.

Таким образом, для развития малых предприятий в Республике Башкортостан в области переработки отходов на первый взгляд есть следующие условия:

- наличие достаточных объемов разнообразных отходов;
- существует заинтересованность общества в переработке отходов как фактора улучшения экологии;
- экономическая целесообразность использования отходов в качестве вторичного сы-

рья для производства продукции. Например, использование 1 т макулатуры экономит 3,5 м<sup>3</sup> древесины; 1 т вторичного полимерного сырья – 0,7 т первичного полимерного сырья; 1 т изношенных шин – 0,33 т каучука синтетического; 1 т вторичного текстильного сырья – 0,7 т натуральных или синтетических волокон [2, 3].

Однако если в ряде случаев сбор и переработка отходов экономически выгодны, то в некоторых случаях использование отходов производства и потребления в качестве вторичного сырья требует дополнительных капиталовложений и не всегда обеспечивает высокую доходность таких производств. В связи с этим, для принятия решения относительно целесообразности использования отходов в качестве вто-

ричного сырья, возникает необходимость в классификации их по уровню рентабельности переработки, а значит, и их конкурентоспособности на перенасыщенном рынке отходов (табл. 2).

Понимание предприятия как ЭЭС. Принципиальной особенностью рынка вторичного сырья в целом (в среднем по всем его видам) является значительная несбалансированность между складывающимся спросом и потенциальным предложением. В частности, предложение, под которым следует подразумевать ресурсы всех ежегодно образующихся и уже накопленных ранее отходов, значительно превосходит спрос на них как на вторичное сырье.

Таблица 1

**Классификация отходов по качественным характеристикам**

Вид отхода	Примеры	Варианты использования
1. Легкоутилизируемые отходы	промышленные отходы, образующиеся в виде побочной готовой продукции; лом черных и цветных металлов; высококачественные марки макулатуры; чистые производственные текстильные отходы, отходы полимеров, отходы стеклобоя. макулатура, содержащая картон; смешанная макулатура; полимеры, содержащие посторонние включения; текстильные отходы потребления в виде изделий; кусковые древесные отходы; стеклобой; изношенные шины.	использование в качестве сырья без дополнительной обработки; использование в виде добавки к основному сырью
2. Трудноутилизируемые отходы	влагопрочные отходы бумаги и картона; смеси полимеров; подметь, пух в текстильной промышленности; отходы вентиляционных камер; сильнозагрязненные отходы стеклобоя и полимеров.	частичное использование в качестве сырья; размещение на полигонах и свалках
3. Неутилизируемые отходы	ламинированная бумага, многослойная полимерная упаковка; картонно-бумажная упаковка из-под мяса, птицы, рыбы; упаковка из-под токсичной продукции	размещение на полигонах и свалках

Таблица 2

**Классификация отходов по уровню рентабельности переработки**

Классификационный признак	Факторы, определяющие уровень рентабельности	Целесообразность использования отходов
Доходные отходы	Высокие объемы образования отходов; Низкие затраты на переработку отходов; Низкая цена вторичного сырья; Наличие эффективной технологии	экономическая; экологическая; социальная (экономия на масштабе производства и накладных расходах; низкие затраты на сырье)
Среднедоходные отходы	Средние объемы образования отходов; Высокие затраты на переработку отходов; Высокая или низкая цена вторичного сырья; Наличие технологии	экономическая; экологическая; социальная (экономия на накладных расходах; низкие затраты на сырье)
Низкодоходные отходы	Высокие или средние объемы образования отходов; Высокие затраты на переработку отходов; Высокая цена вторичного сырья; Отсутствие эффективной технологии	экологическая; социальная (восстановление окружающей среды; создание рабочих мест)

С одной стороны это обусловлено тем, что образование отходов, в отличие от производства товаров в рыночных условиях не является целью производства, а всего лишь следствие несовершенства современной технологической базы, функционирование которой не может быть безотходной. С другой – существующие в России экономические условия пока не обеспечивают вовлечение всех образующихся отходов в хозяйственный оборот. Строго говоря, качество товара отходы могут принимать лишь тогда, когда в отношении них будут приняты хотя бы какие-то элементарные меры по продвижению их на рынок сырья и материалов. При таком более строгом, подходе номенклатура отходов, фактически представляемых на рынок в качестве товара, окажется многократно меньшей. Кроме того, необходимо иметь в виду, что значительные объемы вторичного сырья перерабатываются непосредственно на предприятиях, на которых они образовались, то есть выпадают из рыночной инфраструктуры.

В связи с тем, что рынок отходов перенасыщен, встает вопрос о необходимости оценки конкурентоспособности отходов с целью их дальнейшей переработки. Для решения этой задачи был разработан алгоритм процесса проведения исследования по оценке уровня конкурентоспособности отходов (рис. 1).

В связи с этим необходимо предварительно изучить конъюнктуру рынка отходов:

- собрать и проанализировать данные о видах отходов;
- изучить потребности, удовлетворяемые посредством исследуемого вида отходов;
- изучить рынок существующих и потенциальных потребителей;
- определить целевой сегмент  $S$  и составить профиль потребителей данного сегмента

Процесс отбора отходов для оценки уровня конкурентоспособности осуществляется на основе предложенных показателей:

1. Органолептические показатели: внешний вид, цвет, запах и другие качественные характеристики отхода, устанавливаемые непосредственно органами чувств человека, в соответствии с компонентно-агрегатным состоянием, определенным в номенклатурном названии отхода

2. Количественные показатели состава: компонентный (элементный, химический, фазовый и т. п.) состав, определяемый через матери-

альные (масса, вес и т. п.) и размерные (длина, площадь, объем, угол) характеристики

3. Количественные показатели свойств: физико-химические (плотность, насыпной вес, пористость, летучесть, теплофизические и критические характеристики, вязкость, растворимость, проницаемость, зольность и т. п.). Механические (твердость, пластичность, прочность, упругость и т. д.). Технологические (усадка, сыпучесть, время перехода к устойчивому состоянию и т. п.). Эксплуатационные (стабильность, устойчивость к различным видам внешних воздействий, время старения и т. п.)

4. Показатели опасности: токсичность (виды тестирования), класс опасности, канцерогенность, мутагенность, биологическая стабильность, пожароопасность (горючесть, взрывоопасность, температура воспламенения, температура самовозгорания, температура горения, дымность), ядерная опасность (коэффициент размножения), радиационная опасность /период полураспада, активность и концентрация радионуклидов, интенсивность и коэффициент качества проникающего излучения, поверхностное загрязнение, группа радиационной опасности радионуклидов/, несовместимость с определенными объектами, способность к заиливанию водоемов, допустимые концентрации в сбросах и выбросах и т. п.

5. Показатели энергоресурсного потенциала: калорийность, теплотворная способность, энергозатраты на образование, энергоемкость (теплоемкость), ресурсоемкость, энергосодержание

6. Экономические показатели: норматив образования, отпускная цена, материалосодержание (по ценным компонентам), энергоэкономичность, стоимость переработки, лимит размещения, размеры платы за размещение отходов (выбросы и сбросы).

Решение данного алгоритма основано на методе нечетких множеств:  $B$  – вид отхода, который можно использовать в качестве вторичного сырья на сегменте рынка  $S$ . Данный вид отхода служит удовлетворению заранее установленной потребности рассматриваемого рынка. Требуется оценить уровень конкурентоспособности данного вида отхода  $B$  на сегменте рынка  $S$ .

На рынке присутствует конечное множество видов отходов, предназначенных для удовлетворения одной и той же потребности – использование в качестве вторичного сырья:

$$O = \{o_1, o_2, \dots, o_i, \dots, o_n\},$$

где  $n$  – количество видов отходов (вид отхода  $B$  также является элементом множества  $O$ ).

Методом экспертных оценок формируется система показателей, обуславливающих конкурентоспособность данных видов отходов на рынке:

$$\Pi = \{p_1, p_2, \dots, p_j, \dots, p_m\},$$

где  $m$  – количество показателей в системе.

Кроме того, для каждого из выбранных показателей  $p_j$  оценивается его значимость с точки зрения влияния на общий уровень конкурентоспособности и формируется система коэффициентов относительной значимости (весомости):

$$Z = \{z_1, z_2, \dots, z_j, \dots, z_m\}.$$

Чем больше значение  $z_j$ , тем более значимым является  $j$ -й показатель в системе  $\Pi$ .

Виды отходов, входящие в множество  $O$ , характеризуются совокупностью конкретных значений показателей, составляющих множество  $\Pi$ :

$$\Pi_{oi} = \{p_1^i, p_2^i, \dots, p_j^i, \dots, p_m^i\},$$

где  $i = 1 \dots n; j = 1 \dots m$ .

Требуется определить, в какой мере совокупность значений показателей  $p_j$   $i$ -го вида отходов соответствует системе потребительских предпочтений на целевом сегменте рынка.

Примем допущение, что в отношении каждого показателя  $p_j$  у потребителей сформировано некое представление, выраженное посредством множества его ожидаемых значений:

$$\Pi_j^{ПО} = \{p_1^{ПО}, p_2^{ПО}, \dots, p_k^{ПО}\},$$

где ПО – потребительские ожидания.

Если значение  $t$  показателя  $p_j$  полностью удовлетворяет требованиям потребителей, его принадлежность к множеству «желательных» значений равна 1:  $\mu_{p_j}(t) = 1$ .

В случае, если  $\mu_{p_j}(t) = 0$ , имеет место однозначная непринадлежность значения  $j$ -го показателя множеству значений, ожидаемых потребителями.

В интервале  $[0, 1]$  лежат значения функции принадлежности, отражающие нечеткие потребительские оценки. Требуется оценить, в какой мере совокупность значений показателей, обуславливающих конкурентоспособность вида отхода на целевом рынке, соответствует множеству предпочтений потребителей данного рынка в отношении рассматриваемых показателей.

С помощью прямого метода (экспертных оценок) строятся функции принадлежности, характеризующие распределение нечетких потре-

бительских предпочтений в отношении элементов множества  $\Pi$ :

$$M_{\Pi_n} = \{\mu(p_1^{PP}), \mu(p_2^{PP}), \dots, \mu(p_j^{PP}), \dots, \mu(p_m^{PP})\},$$

$$\mu(p_j^{PP}) = [0, 1], j = \overline{1, m}$$

Зная уравнения функций принадлежности множества значений показателей  $p_j$  множеству потребительских предпочтений, мы определяем точечные оценки этих функций, подставляя конкретные значения показателей, характеризующих исследуемые виды отходов, в соответствующие уравнения функций:

$$\forall o_i \in O: M(\Pi_{oi}) = \left\{ \frac{\mu_1^{oi}}{p_1^{oi}}, \dots, \frac{\mu_j^{oi}}{p_j^{oi}}, \dots, \frac{\mu_m^{oi}}{p_m^{oi}} \right\}$$

$$\mu_j^{oi} = [0, 1] j = \overline{1, m} i = \overline{1, n}$$

На основании полученного множества точечных оценок функций принадлежности и множества коэффициентов относительной значимости показателей конкурентоспособности, производится оценка уровня конкурентоспособности исследуемых видов отходов методами многокритериального ранжирования:

$$K = \left\{ \frac{\mu_1}{o_1}, \frac{\mu_2}{o_2}, \dots, \frac{\mu_i}{o_i}, \dots, \frac{\mu_n}{o_n} \right\}$$

$$\mu_i = [0, 1], i = \overline{1, n}$$

Результатом использования методов многокритериального ранжирования является система оценок  $\mu_i$ , значения которых лежат в пределах от 0 до 1 и характеризуют степень близости системе потребительских предпочтений.

Чем ближе значение  $\mu_i$  к единице, тем в большей степени  $i$ -й вид отхода отвечает требованиям потребителей среди других видов отходов, составляющих множество  $O$ , и, следовательно, обладает наибольшим среди элементов данного множества уровнем конкурентоспособности на исследуемом сегменте рынка.

Предложенный алгоритм оценки и отбора в качестве вторичного сырья рентабельных отходов производства и потребления обеспечит необходимый уровень доходности производства востребованной рынком продукции, что также положительно отразится на состоянии окружающей природной среды в Республике Башкортостан.

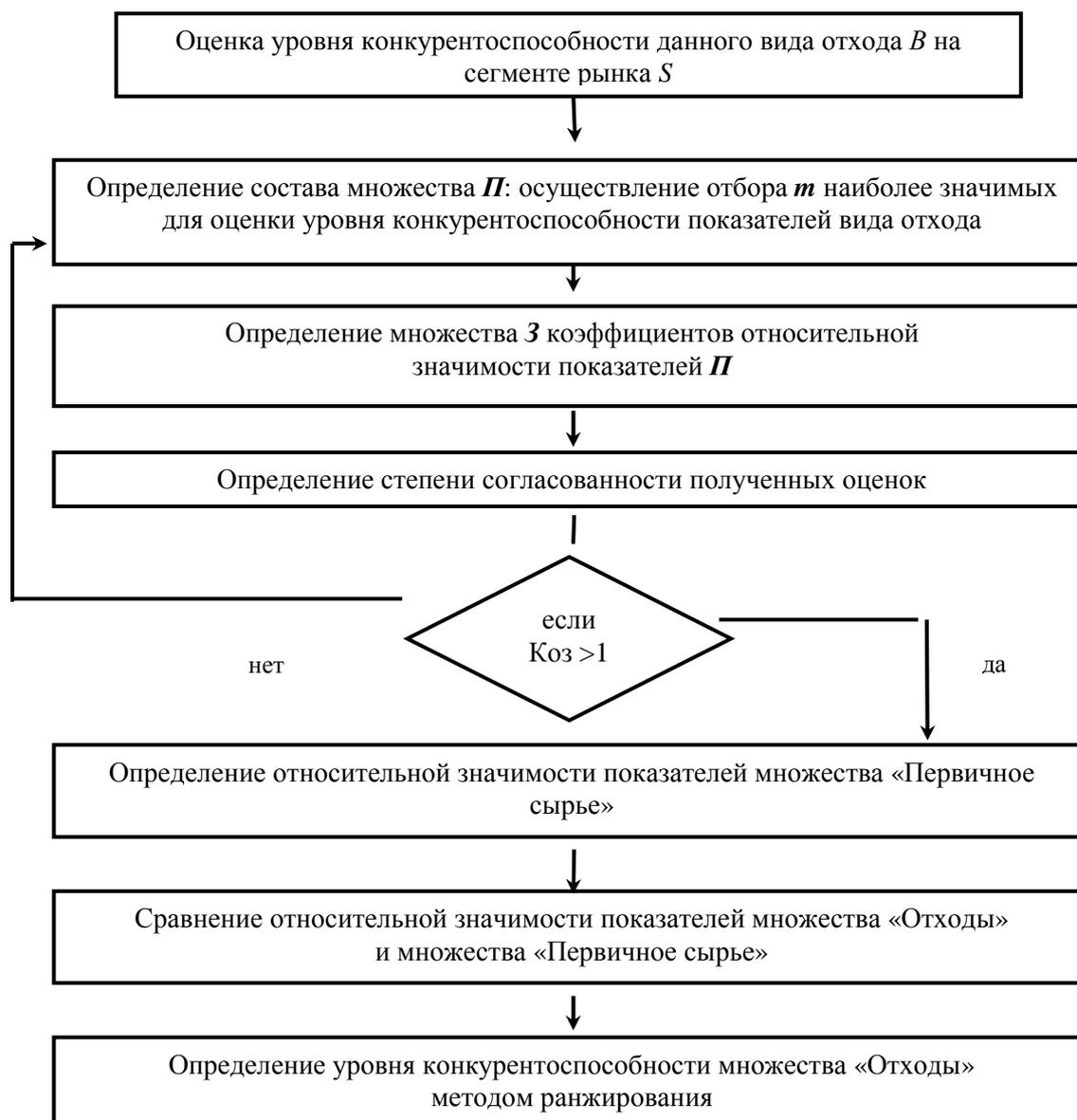


Рис. 1. Алгоритм оценки уровня конкурентоспособности отходов

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Гарин В. М.** Обращение с опасными отходами: учеб. пособие. М.: Проспект, 2006. 224 с.
2. **Паленов К. В.** Экономика природопользования. М.: ТЕИС, 2006. 928 с.
3. **Коньшева Л. К., Назаров Д. М.** Основы теории нечетких множеств. СПб.: Питер, 2011. 192 с.

#### ОБ АВТОРАХ

**Елкина Людмила Геннадьевна**, проф. каф. экономики предпринимательства. Дипл. инженер-экономист (УАИ). Д-р экон. наук. Иссл. в обл. экономики природопользования.

**Иванова Елена Юрьевна**, ст. преп. той же каф. Дипл. магистр экономики (УГАТУ). Иссл. в обл. экономики природопользования.

**Шохова Полина Анатольевна**, асп. той же каф. Дипл. экономист-менеджер (УГАТУ). Иссл. в обл. экономики природопользования.