

Г.В. Исмагилова, канд. экон. наук,
Н.Р. Кельчевская, д-р экон. наук, профессор,
Е.Р. Магарил, д-р техн. наук, профессор,¹
г. Екатеринбург

УПРАВЛЕНИЕ ОТХОДАМИ ПРОИЗВОДСТВА НА ИННОВАЦИОННОЙ ОСНОВЕ

В статье рассматриваются аспекты организации процессов управления использованием и размещением отходов производства на предприятии в рамках инновационного природопользования. Предложены методические подходы к организации системы управления отходами, представлены практические результаты их использования.

Ключевые слова: система управления отходами, экологическая стратегия, экологическая устойчивость системы «природа-производство».

Процессы производственной деятельности и отходообразования промышленных предприятий приводят к обострению основных противоречий экономических интересов и состояния экосистем. Одним из направлений нормализации экологической ситуа-

ции является выявление возможности и целесообразности взаимосвязи отходообразования и инновационной деятельности. В связи с этим актуальной представляется задача научного обоснования процессов управления отходами производства, способствующих поддержанию экологической устойчивости системы «природа-производство».

На долю металлургических предприятий Свердловской области приходится 65 % от объема образованных отходов, прирост образования которых примерно 20 % в год. Основной вклад в отторжение пахотных земель вносят отвалы, шламо- и хвостохранилища горно-металлургического комплекса. Доля платы за размещение отходов в виде платежей за загрязнение составляет примерно 50 %. Доля инвестиций по переработке и размещению отходов не более 3 % в общем объеме природоохранных инвестиций [1].

¹ *Исмагилова Галина Вячеславовна* – кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики и управления на металлургических предприятиях Уральского федерального университета имени первого Президента России Б.Н. Ельцина; e-mail: niga2811@ Rambler.ru.

Кельчевская Наталья Рэмовна – доктор экономических наук, профессор, директор департамента промышленного бизнеса и менеджмента Института Высшая школа экономики и менеджмента, заведующий кафедрой экономики и управления на металлургических предприятиях Уральского федерального университета имени первого Президента России Б.Н. Ельцина; e-mail: n.r.kelchevskaya@ustu.ru.

Магарил Елена Роменовна – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой экономики природопользования Уральского федерального университета имени первого Президента России Б.Н. Ельцина; e-mail: magari167@mail.ru.

Динамика удельных показателей представлена на рис. 1.

В основном отходы предприятий горно-металлургического комплекса относятся преимущественно к твердым, химически инертным минеральным отходами 4–5 класса опасности. Многие виды отходов данной категории обладают ценными потребительскими свойствами и могут быть использованы для производства товаров (продукции), выполнения работ, оказания услуг и получения энергии.

Оценка возможных решений выявленных экологических проблем [2] позволила нам сформулировать основные стратегические направления действий по защите окружающей среды, а также основные направления научных разработок предприятий в целях снижения техногенной нагрузки:

- выявление возможности перевода накопленных и размещаемых отходов в категорию «вторичные материальные ресурсы» на основе исследования их состава и струк-

туры; разработка способов увеличения плотности складирования отходов в местах их размещения;

- разработка чистых (малоотходных) технологических процессов по производству традиционных для предприятия продуктов; разработка новых технологий по использованию отходов; разработка технологий по безопасному размещению отходов в природной среде, включая технологии по обезвреживанию, хранению и захоронению.

Как известно, отходы производства являются основными загрязнителями почвы, рассматриваются как нецелевые продукты конкретного производства. Обзор существующих подходов к классификации отходов производства показал, что выделяемые авторами критерии не представляют возможности рассматривать отходы в качестве объекта инновационной деятельности, а также не отражают степени участия в природных круговоротах веществ. В связи с этим, а также в

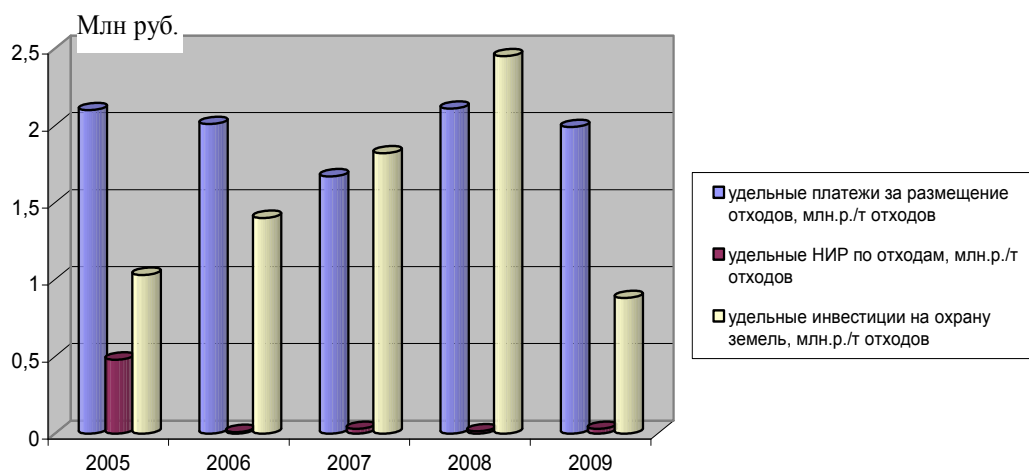


Рис. 1. Динамика удельных показателей отходообразования за 2005–2009 гг.

соответствии с направлениями решения экологических проблем предложено дополнить традиционные классификационные признаки отходов производства с учетом возможности их включения в используемую часть природно-ресурсного потенциала следующими:

- степень участия в кругообороте веществ в природе (источник техногенных минеральных образований – потенциальное участие; заменитель природных ресурсов – потенциальное участие; источник необратимого изъятия земель под строительство полигонов токсичных отходов – не участвуют);
- объект инновационной деятельности (инновационный ресурс – восходящие и нисходящие инновации, дифференциация кодифицированного знания; инновационный потенциал – дифференциация инновационной деятельности, сырьевых ресурсов, рынка).

Исследование закономерностей развития элементов системы «природа-производство» позволило заключить, что система управления отходами производства должна быть сформирована как подсистема инновационного природопользования [3, 4]. Процесс разработки экологической стратегии в рамках инновационного природопользования представлен в табл. 1.

Целью функционирования системы управления отходами является поддержание экологической устойчивости системы «природа-производство». Способ достижения цели – инновации в технологических процессах основной производственной и природоохранной деятельности, минимизирующие

(предотвращающие) негативное воздействие на окружающую среду. Это приведет к формированию дополнительных конкурентных преимуществ, а также позволит сократить величину экологических затрат (как внутренних, так и внешних для предприятия) [5, 6].

Изложенное позволяет сформулировать основные теоретические положения формирования системы управления отходами производства на инновационной основе:

- процессы управления инновационным природопользованием основаны на ментальности «от природы – к производству»;
- разработка экологической стратегии осуществляется в сочетании с инновационной;
- цель функционирования системы управления отходами производства – обеспечение экологической устойчивости системы «природа-производство», структура системы основана на этапах ресурсного цикла.

Схема управления отходами может базироваться на этапах ресурсного цикла [7]. В рамках функционирования системы управления отходами производства объектом будет являться состав и структура потерь, характерных для стадий преобразования природных ресурсов с целью обеспечения замкнутости ресурсного цикла, что приведет к минимизации денежного выражения потерь и выявления возможности инновационного развития. При формировании системы управления отходами на предприятии предлагается отходы рассматривать как ресурсный потенциал и, с другой стороны, как опасный фактор воздействия на окружающую среду. Отличительной

Таблица 1

Разработка инновативной экологической стратегии

Этапы разработки стратегии	Описание этапов
1	2
Стратегическое видение процессов природопользования	Экологически устойчивое равновесие между производственной деятельностью и природными экосистемами на территории предприятия и близлежащих населенных пунктов.
Стратегический анализ	<p><i>Факторы внешней среды:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • технологическая среда (темы НИР по природопользованию и отходам, технологии рециклинга и воспроизводства ресурсов); • экологическая среда (оценка природных ресурсов и ассимиляционного потенциала природной среды). <p><i>Факторы внутренней среды:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • производственный (экологичность производства, продукции); • экологический (динамика негативного воздействия (по видам); эколого-экономическая эффективность природоохранной деятельности; процессов обращения с отходами); • инновационный (анализ инновационного потенциала в области природопользования); • финансовый (финансирование природоохранной деятельности; динамика экологических платежей); • маркетинговый (PR-программы по формированию имиджа эколого-ориентированного предприятия; система продвижения товаров, изготовленных из техногенного сырья; рыночный сегмент экотоваров).
Формирование миссии и целей	<p>Постановка целей и задач природопользования на заданный временной период базируется на соответствии трех основных составляющих:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ассимиляционный потенциал природной среды; • экологические потребности социума; • цели и ресурсы предприятия (рис. 2). <p>Иерархия целей:</p> <ul style="list-style-type: none"> • экологическая миссия определяет целевые ориентиры предприятия в области природопользования, исходя из экологических потребностей социума и состояния качества окружающей среды. • система экологических целей интегрирована с системами корпоративных и инновационных целей.

1	2
Разработка экологической стратегии	Разработка экологической стратегии осуществляется в сочетании с инновационной в рамках корпоративной стратегии (рис. 4, 5) с целью обеспечения достижения синергетического эффекта как минимум трех сфер деятельности предприятия (производство, природопользование, инноватика) и удовлетворения параметрам технической, экономической и экологической эффективности. Экологические стратегии корпоративного уровня: стратегия рационального природопользования, стратегия предотвращения негативного воздействия на окружающую среду. Экологическая стратегия является трехуровневой: для предприятия в целом по двум направлениям (основная производственная деятельность и природоохранная), для стратегических бизнес-единиц, для функциональных подразделений.
Реализация стратегии	Соизмеримость каждого мероприятия со временем должен представлять план реализации стратегии. Весь процесс экологического менеджмента подвергается стратегическому контроллингу.

При формировании системы управления отходами производства на инновационной основе как подсистемы инновационного природопользования каждого функционального подразделения экологической службы, включая управление отходами производства необходимо учитывать принцип системности.

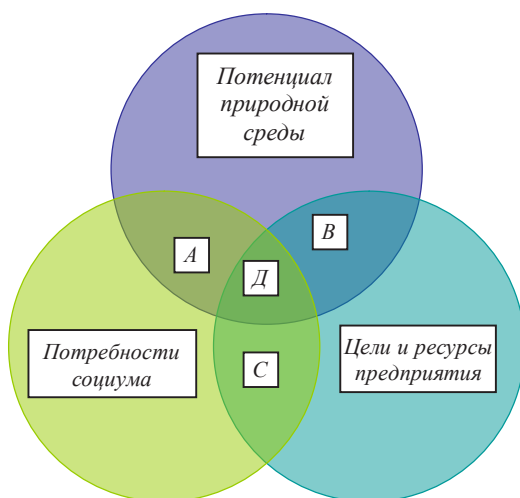


Рис. 2. Взаимодействие природной среды, социума и предприятия



Рис.3. Интеграция инновационной и экологической стратегий

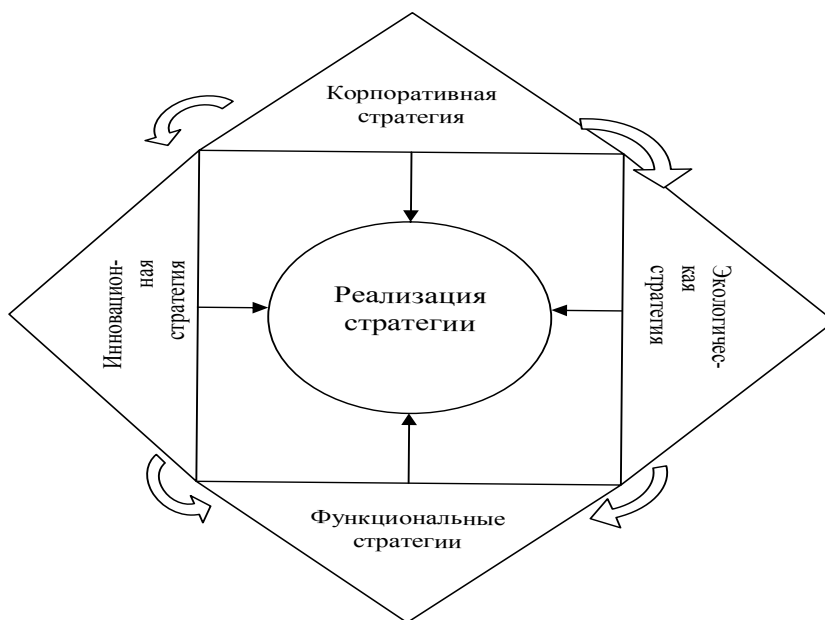


Рис. 4. Взаимосвязь корпоративной, инновационной и экологической стратегий предприятия

особенностью предлагаемой системы является введение научной подсистемы, основной задачей которой является поиск способов снижения нагрузки на природную среду на каждом этапе ресурсного цикла [8].

Оценка функционирования системы управления отходами производства может осуществляться при помощи комплекса показателей, которые сгруппированы по этапам ресурсного цикла, каждый из них имеет свои стратегические приоритеты. Отличительной особенностью предлагаемого комплекса показателей является учет влияния результата функционирования системы управления отходами на состояние внешней и внутренней среды предприятия. Внешнее воздействие рассматриваем через показатели, характеризующие состояние земельного фонда, поскольку размещение отходов приводит к отторжению земель и, как следствие, к ухудшению их качества и вероятности чрезвычайных ситуаций. Внутреннее – через показатели, характеризующие уровень отходоёмкости производства и связанных с этим затрат, с учетом деятельности научной подсистемы.

Система «природа-производство», поддержание экологической устойчивости которой является целью функционирования системы управления отходами, характеризуется многообразием связей между элементами, их разнокачественностью и соподчинением, влияющим на изменение характера динамики системы. Для обоснования функционирования системы управления отходами предлагается использовать математическую модель, представленную системой дифференциальных уравнений для определения устойчивого состояния системы

«природа-производство». При построении модели учитывается разница в скоростях развития социально-экономических и естественно-природных процессов, вследствие чего ассимиляционный потенциал почвы становится превышен. За y принимается свободная площадь потенциального размещения на выбранной территории, за x – масса годовых отходов производства. Размещение на свободной площади отходов вызывает ее сокращение тем в большей степени, чем больше количество отходов и резерв площади (из-за отсутствия сдерживающих факторов). Прирост годовой массы отходов в условиях дефицита площади должен зависеть как от производственных и экономических факторов, так и от величины площади (благодаря внедрению новых малоотходных технологий, технологий рециклинга и действию регулирующих мер). Анализ динамики влияния отходов производства на экологическую обстановку привел к модели типа «потребитель-ресурс», описываемой системой двух нелинейных дифференциальных уравнений:

$$\left. \begin{aligned} \frac{dx}{dt} &= -ax + bxy \\ \frac{dy}{dt} &= cy - dxy \end{aligned} \right\}. \quad (1)$$

Фазовые траектории решения системы образуют замкнутые линии, содержащие внутри себя стационарную точку с определенными координатами:

$$X_{\text{ст}} = \frac{c}{d}, \quad Y_{\text{ст}} = \frac{a}{b}, \quad (2)$$

где a – относительное уменьшение массы годовых отходов за год в ситуации дефицита площади размещения, тыс.т/(тыс.т·год);

b – увеличение площади хранения тонны отходов, тыс.т/тыс.т ($\text{км}^2 \cdot \text{год}$);

c – относительный прирост площади при отсутствии отходов, $\text{км}^2/(\text{км}^2 \cdot \text{год})$;

d – относительный годовой прирост площадей под отходами на тонну их годового объема, $\text{км}^2/(\text{км}^2 \cdot \text{тыс. т} \cdot \text{год})$.

Параметры a , b , c , d являются константами и рассчитываются по формулам, выводимым из системы (1). Найденная величина прироста отходов производства X_{cm} , представляет собой количественное ограничение отходов, предназначенных для размещения на определенной территории Y_{cm} , обеспечивающее экологическую устойчивость экосистемы.

Исследование сложных экономических объектов привело к рассмотрению динамической системы более высокого порядка, что позволяет построить систему, состоящую из трех уровней, отражающую взаимозависимость интенсивности финансирования НИР по переработке (утилизации) отходов, массы годовых отходов производства и площади размещения.

Апробация модели на примере филиала БАЗ СУАЛ ОАО «СУАЛ» показала, что современное состояние управления образованием и размещением отходов далеко от равновесного (необходимость использования 96 % отходов от размещаемых). В этом случае дальнейшее развитие процесса обращения с отходами приведет к необратимому ухудшению экологической обстановки. Равновесия можно добиться двумя способами: ресурсными и природоохранными инновации. Использование модели для составления прогнозов с учетом различного рода инноваций дало результаты, представленные в табл. 2. Таким образом, предложенная модель

реалистична, она отражает фактическую динамику процесса отторжения земельных ресурсов отходами глиноземного производства. Исследование влияния параметров исходной системы уравнений на ее решение позволяет определить дополнительные возможности экономического регулирования процесса размещения отходов с целью стабилизации экологической обстановки и получения экономической выгоды [9].

Анализ законодательной базы и детальное изучение существующей на данный момент методики установления лимита на размещение отходов (L) и практический опыт показали, что при установлении предприятию лимитов никак не учитывается экологическая обстановка на территории размещения, в связи с чем на основе математической модели получен показатель равновесного удельного размещения отходов производства. Этот показатель характеризует объем отходов, приходящийся на единицу площади X_{cm}/Y_{cm} , который, предлагается представить в виде норматива на размещение отходов. Под нормативом на размещение отходов производства (H_p) нами понимается установленное количество ежегодного прироста размещаемых определенным способом в природной среде отходов конкретного вида на единицу площади, не нарушающего экологической устойчивости системы «природа-производство», $\text{т}/\text{км}^2$, т. е. $H_p = X_{cm}/Y_{cm}$. Годовой норматив размещения отходов (ΓH_p) предлагается определять как произведение норматива размещения (H_p) и площади полигона (S), га, км^2 : $\Gamma H_p = H_p \cdot S$. Введенную величину (ΓH_p) рекомендуется использовать при

определении лимитов на размещение отходов производства как параметр, учитывающий экологическую ситуацию на территории, предназначенной для размещения отходов производства, следующим образом:

$$L = GH_o^*, \text{ если } GH_p \geq GH_o^* \quad (3)$$

(соответствует установленному порядку)

$$L = GH_p, \text{ если } GH_p < GH_o^* \quad (4)$$

(авторский подход),

где GH_o^* – величина годового норматива образования отходов, скорректированная в соответствии со схемой движения отходов.

Применение данной методики считается целесообразным при обосновании лимитов на размещение отходов производства горно-металлургического комплекса 4–5 класса опасности на объектах хранения сроком более 3 лет.

В целях совершенствования механизма экономического стимулирования природопользователей предлагается в качестве показателя, корректирующего ставку платы за размещение сверхлимита (т. е. для случаев, если $GH_p < GH_o^*$) на объектах хранения сроком более 3 лет и захоронения отходов дополнительно к пятикратному превышению ставки платежа использовать коэффициент размещения

Таблица 2

Эмпирические данные использования математической модели на примере филиал БАЗ СУАЛ ОАО «СУАЛ»

Сценарии	Начальное положение		Константы				Стационарные точки	
	y_0 км ²	x_0 тыс. т	a	b	c	d	Y_{cm}	X_{cm}
Настоящее положение	625	1700	0,101	0,000214	$7,494 \cdot 10^{-6}$	$1,033 \cdot 10^{-10}$	472	75
Увеличение плотности размещения	250	1700	0,101	0,000364	$1,27 \cdot 10^{-5}$	$1,76 \cdot 10^{-7}$	274	72,6
Внедрение результатов НИР по переработке отходов, рециклинга	275	75	0,101	0,000364	$1,27 \cdot 10^{-5}$	$1,76 \cdot 10^{-7}$	274	72,6
Эталонный вариант (комплекс инноваций)	141	$1,7 \cdot 10^6$	0,07	0,0005	$2,0 \cdot 10^{-5}$	$1,0 \cdot 10^{-8}$	140	2600

(K), отражающий отношение годового норматива образования отходов к годовому нормативу размещения отходов, т.е.:

$$K = \text{ГН}_o^* / \text{ГН}_p. \quad (5)$$

Следовательно, размер платы Π_2 за размещение отходов сверхлимита будет исчисляться как:

$$\Pi_2 = K_{\text{эк}} \cdot K_{\text{инф}} \cdot \sum_{i=1}^n 5 \cdot K \cdot P_{ii} \cdot (M_i - M_{\text{ли}}), \quad (6)$$

где $K_{\text{эк}}$ – коэффициент экологической ситуации и экологической значимости почв в данном регионе;

$K_{\text{инф}}$ – коэффициент, учитывающий инфляцию;

K – коэффициент размещения;

P_i – ставка платы за размещение 1 тонны i -го класса опасности отходов в пределах установленных лимитов, руб./т;

M_i – фактическое размещение i -го отхода свыше установленного лимита, т, м³;

$M_{\text{ли}}$ – годовой лимит на размещение отходов, $M_i \geq M_{\text{ли}}$, т, м³.

Преимуществом предлагаемого подхода является то, что коэффициент размещения K как корректирующий величину платежа является гибким инструментом стимулирования природопользователей на поиск возможных путей использования техногенных образований, позволяющий при приближении объемов размещения отходов к нормативным, т. е. к условию $\text{ГН}_p \geq \text{ГН}_o^*$ платить меньше и, наоборот, что подтверждается расчетными данными по предприятию [10].

Изложенные теоретические положения по формированию системы управления отходами производства, включая схему управления и показатели оценки функционирования, а также предложенная методика поддержания экологиче-

ской устойчивости системы «природа-производство» позволили разработать алгоритм управления отходами производства на предприятии (рис. 5). Целью управления является минимизация (предотвращение) негативного воздействия на природную среду за счет обеспечения экологической устойчивости системы «природа-производство», оцениваемое посредством критерия равновесия (K_p), определяемого как отношение годового норматива размещения отходов (ГН_p) к объему размещаемых отходов (O):

$$K_p = \text{ГН}_p / O \quad (7)$$

Данный критерий должен соответствовать условию $K_p \geq 1$. Отличительной особенностью здесь является включение подсистемы «наука» и ее превентивное воздействие на процесс управления отходами (пунктир на схеме).

Предлагаемый алгоритм должен обеспечить информационно-аналитическую поддержку принятия управленческих решений в области управления отходами, способствующих достижению стратегической цели – экологической устойчивости системы «природа-производство».

Таким образом, в ходе реализации предложенных методических подходов, разработанных в направлении экологизации промышленного производства, будут оптимизированы условия решения природоохранных задач. В частности, использование аналитического материала и выводов повысит качество принимаемых решений по отходообразованию. Это обеспечит формирование стратегического подхода к управлению процессами образования и размещения отходов производства, основанный на ментальности «от природы – к производству» в рамках инновационного природопользования.

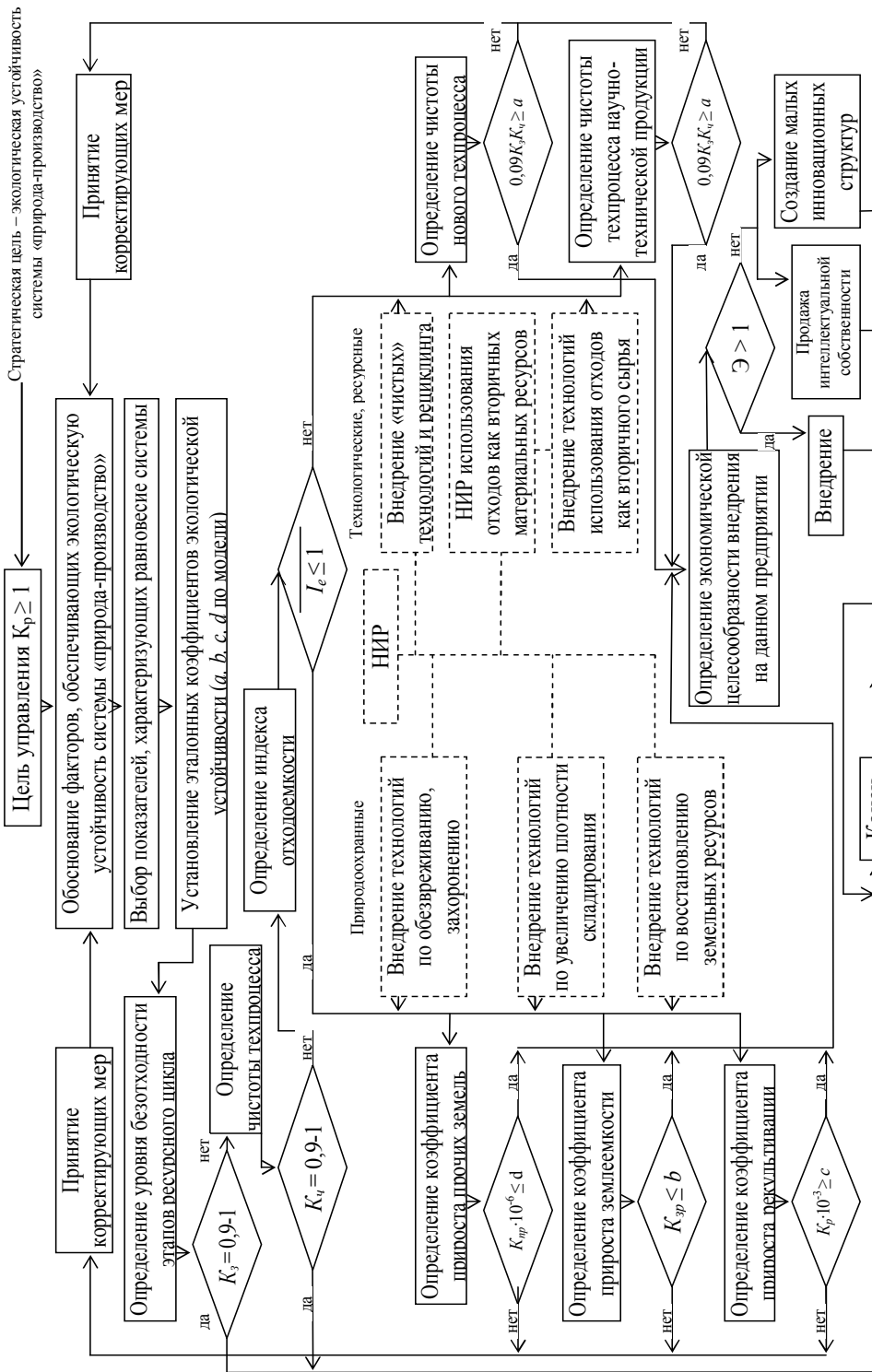


Рис. 5. Алгоритм управления отходами производства

Список использованных источников

1. Государственный доклад о состоянии окружающей природной среды и влиянии факторов среды обитания на здоровье населения Свердловской области в 2009 г. Екатеринбург, 2010.
2. Бутко Г.П., Иванова О.А. Оценка использования природных ресурсов с учетом факторов инновационного развития // Вестник УрФУ. Серия экономика и управление. 2011. № 6.
3. Балашов Е.П. Эволюционный синтез систем. М: Радио и связь, 1985. 328 с.
4. Исмагилова Г.В. Концептуальные основы формирования системы управления отходами производства // Система управления экологической безопасностью : сб. тр. Четвертой заоч. Междунар. науч.-практ. конф. Т. 1. Екатеринбург: УГТУ–УПИ, 2010.
5. Усенко И.Б., Майбуров И.А. Экономические последствия включения стоимостного выражения износа активной части природного капитала в себестоимость продукции // Вестник УрФУ. Серия экономика и управление. 2011. № 1.
6. Бояринов А.Ю., Магарил Е.Р. Совершенствование научно-методических основ формирования экономического механизма возмещения экологических издержек производства // Вестник УГТУ–УПИ. Серия экономика и управление. 2010. № 5.
7. Анисимов А.В. Прикладная экология и экономика природопользования : учеб. пособ. Ростов-на-Дону: Феникс, 2007. 317 с.
8. Исмагилова Г.В., Кельчевская Н.Р. Новый взгляд на управление техногенными отходами // Вестник УГТУ–УПИ. Серия экономика и управление. 2008. № 1.
9. Сироткин С.А., Кельчевская Н.Р., Выварец К.А. Экономическая оценка инвестиций как основа стратегического развития на предприятии Екатеринбург: УГТУ–УПИ, 2007. 235 с.
10. Исмагилова Г.В., Колесников С.П., Кельчевская Н.Р. Прогнозирование отходов производства, размещаемых в окружающей среде // Новые химические технологии: производство и применение : сб. ст. XII Всерос. науч.-техн. конф. Пенза: Приволжский Дом знаний, 2010.