

УДК 502/504, 628, 658

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕЦИКЛИНГА

© 2010 Н.Г. Гладышев

Самарский государственный технический университет

Поступила в редакцию 09.10.2012

Целью статьи является развитие представлений об элементах систем рециклинга. Рекомендации направлены на решение проблем и способствуют проектированию кластеров рециклинга отходов.

Ключевые слова: *отходы, рециклинг, кластер*

Идеи устойчивого развития применительно к проблеме отходов означают производство и использование рециклируемой продукции с нулевым потоком на захоронение. На смену философии «*cradle to grave*» («от колыбели до могилы») приходит новая – «*cradle to cradle*») или «С2С-цикл» [1], опирающаяся на оценку жизненного цикла (ОЖЦ) и рециклинг [2]. В современных урбосистемах рециклинг выполняет инфраструктурную функцию, содержание которой выходит за рамки «обращения с отходами». Традиционный отходоцентрический подход (ОЦП) эволюционно замещается циклоцентрическим (ЦЦП). Рециклинг определяется как сеть циклов, в которой отход является одним из состояний материального объекта на одной из стадий его ЖЦ. Объекты управления – процессы в элементах сети рециклинга (СР) и сами сети. Под элементами понимаются производственные, потребительские и регенерационные единицы, под связями – непрерывные и дискретные потоки веществ, материалов, изделий. Сеть циклов в силу системного свойства эмерджентности приобретает свойства, не присущие её отдельным элементам. Возникают новые эффекты, способствующие формированию метапромышленности рециклинга. Отправной точкой является системное определение рециклинга

$$S_{def} \equiv \langle Z, STR, TECH, COND \rangle$$

где $Z = \{z\}$ – совокупность или структура целей, $STR = \{STR_{пр}, STR_{оп}\}$ – совокупность структур, реализующих цели рециклинга – производственная, организационная и т.п.; $TECH = \{meth, means, alg, \dots\}$ – совокупность технологий (методы *meth*, средства *means*, алгоритмы *alg* и т.п.), реализующих рециклинг; $COND = \{\varphi_{ex}, \varphi_{in}\}$ – условия существования рециклинга, т.е. факторы, влияющие на его создание и функционирование, включая экологические аспекты, (φ_{ex} – внешние, φ_{in} – внутренние).

Гладышев Николай Григорьевич, кандидат технических наук, профессор кафедры химической технологии и промышленной экологии. E-mail: nick.gladishev@yandex.ru

Раскроем составляющие применительно к медицинским отходам:

- z_1 – безопасное функционирование, z_2 – сохранение и рациональное использование ценных ресурсных составляющих, z_3 – минимизация эмиссий в окружающую среду на всех стадиях ЖЦ, z_4 – минимизация использования опасных веществ и материалов на всех стадиях ЖЦ, z_5 – минимизация общего объема используемых ресурсов на всех стадиях ЖЦ изделий и отходов;

- $str_{пр,1}; str_{пр,2}; str_{пр,3}$ – цепочка производственных структур получения сырья, материалов, компонентов, обеспечивающих изготовление продукции медицинского назначения (полимеров, пластмасс на их основе, спецоборудования, фармпрепаратов, стерильной упаковки, ...), а также производственных структур операторов обращения с медицинскими отходами;

- $str_{оп,1}; str_{оп,2}; str_{оп,3}$ – цепочка организационных структур поддержки функционирования рециклинга (федерального, регионального, муниципального, отраслевого, профессионального);

- *meth* – методы стандартизации, менеджмента, профилактики, диагностики, лечения, протезирования и так далее;

- *means* – медицинское оборудование, инструменты, фармпрепараты, техника общего и специального назначения, инсинераторы, автоклавы, дробилки, агрегаты комплексной обработки и переработки медотходов, средства логистики (упаковка, специализированные контейнеры и транспорт);

- *alg* – алгоритмы диагностики, автоматизации хозяйственно-административных функций, распознавания параметров и движения отходов;

- φ_{in} – внутренние условия существования рециклинга (профиль, масштаб и традиции менеджмента; финансирование и структура бюджета, квалификация основного и вспомогательного персонала, как профессиональная, так и в области ресурсосбережения, уровень и дифференциация оплаты труда);

- φ_{ex} – внешние условия существования рециклинга (преобладающая заболеваемость и её структура, социальный состав, уровень доходов и образ жизни населения, инфраструктура и уровень технической базы территории).

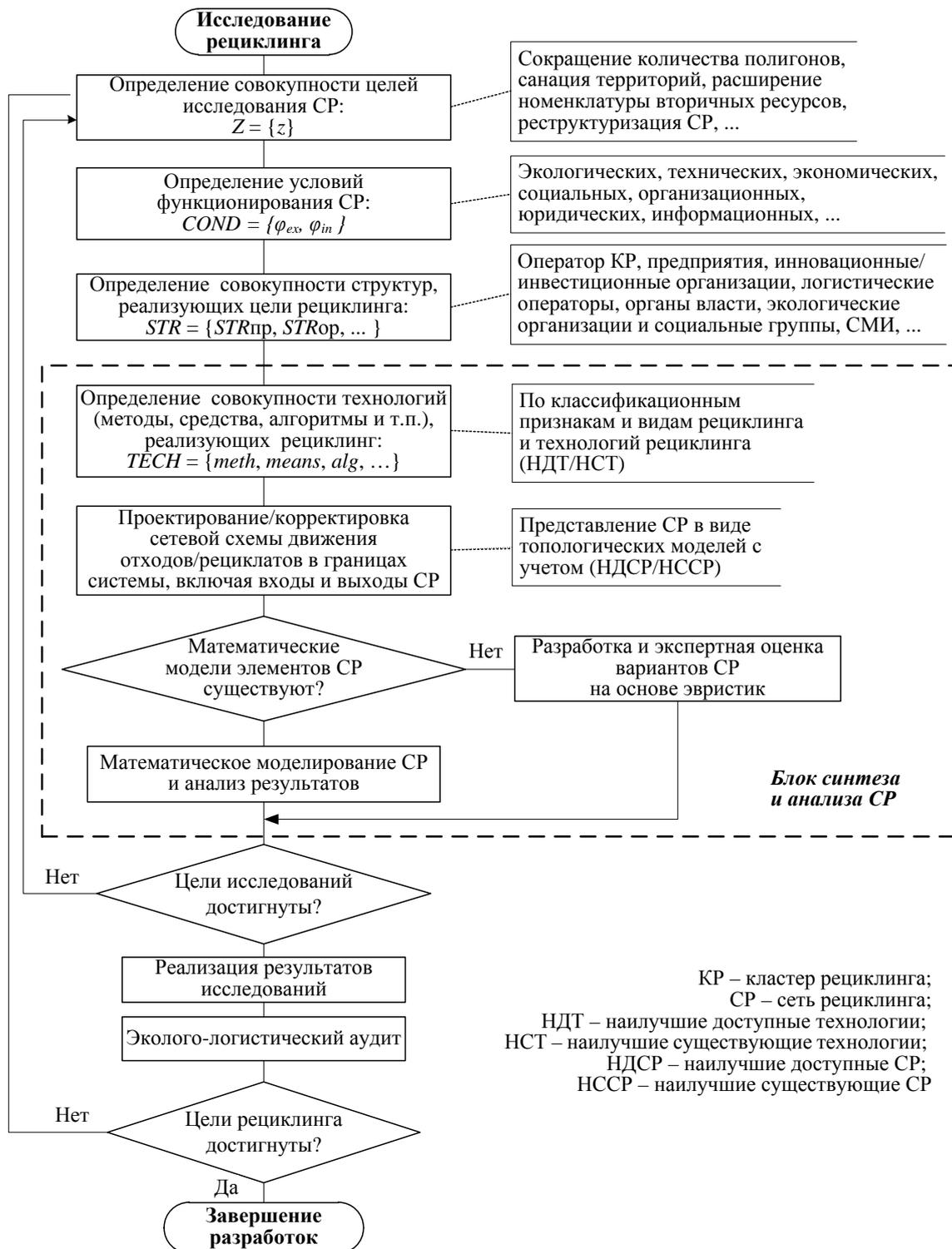


Рис. 1. Общий алгоритм проектирования рециклинга

Системный анализ позволяет представить любой отход и вторичный ресурс множеством атрибутов $y = \langle y_1, y_2, \dots, y_k, \dots, y_l \rangle$, реализуемых на множестве их возможных значений Y . Запись $y \in Y$ соответствует характеристикам отхода – атрибуты качества, количества, географические координаты, условия поставок и другие. Симметрично, требования потенциального потребителя отхода $t = \langle t_1, t_2, \dots, t_k, \dots, t_l \rangle$ реализуются

на множестве их значений T (технические условия на сырье, и т.д). Таким образом, запись $t \in T$ будет соответствовать рассмотрению возможного значения требований потенциального потребителя отхода. На этой основе предлагаются логические определения: 1) отхода $R' \notin Y \cap T$, 2) вторичного сырья $R' \in Y \cap T$ и 3) принципа организационно-технического взаимодействия $Y \leftrightarrow T$ для совместного решения общей проблемы в

технологии-источнике и технологии-потребителе отхода. При использовании вторичного ресурса в закрытом i -контуре рециклинга должно выполняться условие $R_i \in Y_i \cap T_i$. Не соответствующий этому условию материальный поток выводится во внешний контур, каскад контуров, цепь последовательного использования, завершаемую ассимиляционными технологиями, а также на сжигание с полезным использованием энергии, что в совокупности формирует СР.

Структурный синтез СР является наиболее сложной задачей проектирования и основывается на изучении вариантов топологии с использованием упорядоченных комбинаций элементов. Анализом многочисленных технических и сетевых решений выделены простейшие типовые структуры рециклинга [3], универсальность которых создает общетеоретическую основу проектирования СР (рис. 1), распространяясь на медицинские отходы. Структуру сети определяет объект рециклинга. Идентичность многих отходов приводит к появлению родственных технологий и возникновению изоморфных структур рециклинга.

Это позволяет иметь стандартные решения. В здравоохранении такие структуры относятся, прежде всего, к общим отходам (макулатура, электронные и электроприборы, металлолом и т.п.), но всё более распространяются на медицинские. Например, рециклинг ксенона в анестезии изоморфен в силу локальности процессов. Информационную поддержку в проектировании СР обеспечивает Европейского бюро по комплексному предотвращению и контролю загрязнения (*The European Integrated Pollution Prevention and Control Bureau – EIPPCB*), выпускающее справочные документы по наилучшим имеющимся методам (*reference documents on Best Available Techniques - BREFs*).

Новой областью рециклинга в здравоохранении становится репроцессинг медицинского оборудования, который является аналогом ремануфактуринга в машиностроении и других отраслях. Американская медицинская ассоциация (*ASHCSP*) определяет репроцессинг (*reprocessing*) как любой процесс обработки ранее использованного медицинского изделия, который полностью возвращает его характеристики в целях повторного применения.

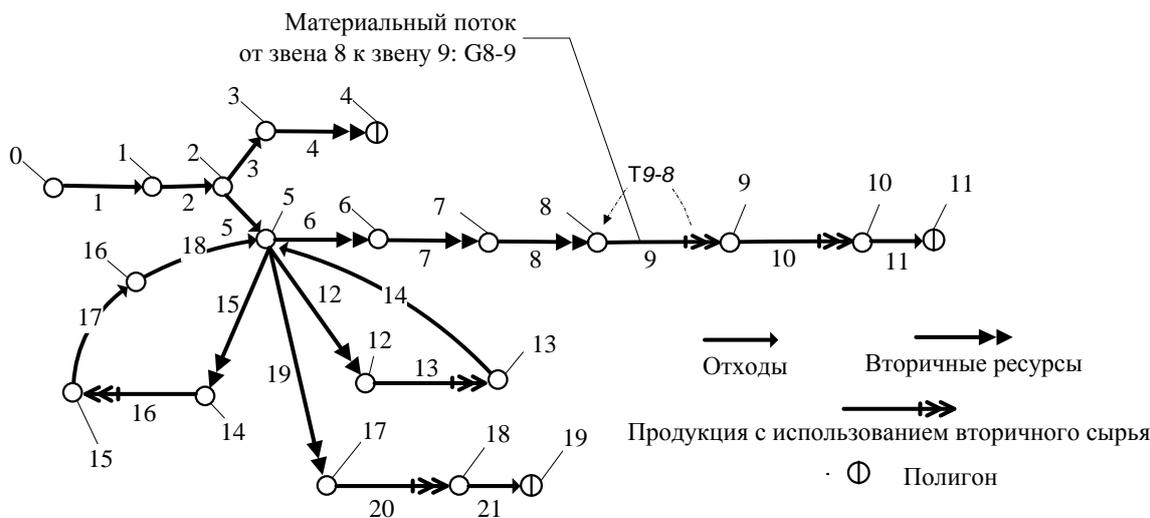


Рис. 2. Проектные альтернативы рециклинга полипропилена шприцев

Звенья: 0 – использование шприцев; 1 – стерилизация; 2 – разборка; 3 – дезинтеграция игл; 4, 11, 19 – захоронение на полигоне; 5 – дробление; 6 – экструзия дробленки в «щетину»; 7 – резка «щетины»; 8 – упаковка; 9 и 10 – изготовление и использование ритуальных изделий (РИ); 12 и 13 – изготовление и использование контейнеров; 14 – изготовление автокомпонентов АК (коврики, уплотнители, вентиляционные патрубки) 15 – использование АК при сборке и эксплуатации автомобилей; 16 – разборка автомобилей в авторециклинге; 17 – изготовление шнура плетеного (ШП); 18 – использование ШП.

Материальные потоки: 1 – шприцы использованные; 2 – шприцы стерилизованные; 3 – иглы инъекционные; 4 – дробленка игл; 5 – корпус шприца; 6, 12, 15 – дробленка ПП; 7 – «щетина» ПП; 8 – нарезка «щетины»; 9 – товарная «щетина»; 10 - РИ; 13 – контейнеры; 14 – дефектные использованные контейнеры; 16 – АК; 17 – использованные АК в составе автомобилей (авторециклинг); 18 – демонтированные АК.

Иллюстрацией системного подхода к проектированию СР может служить топологическое представление альтернатив рециклинга полипропилена шприцев (рис. 2). Согласно общей

теории рециклинга медучреждение является рециклером 1-й ступени, отвечающим за стерилизацию. Последующие операторы рециклинга являются рециклерами 2-й, 3-й и т.д. ступеней.

Одна из технологий утилизации шприцев включает две безконтурных параллельных цепи процессов (по дугам): 2-3-4 и 2-5-6-...-11. Полученная «щетина» используется в качестве искусственной хвои в венках, применяемых для оказания ритуальных услуг. Все альтернативы, в том числе с циклами 12-13-14 и 15-16-17-18 рассматриваются с учетом законодательства, материального баланса и экономики.

На основе ЦЦП для развития государственного механизма регулирования процессов перевода отхода во вторичный ресурс и создания ресурсосберегающих циклов «сырье – продукция – отход – сырье» нами разработан национальный стандарт, связывающий Федеральный классификационный каталог отходов и Общероссийский классификатор продукции.

Российский Центр развития государственно-частного партнерства видит решение в подготовке и реализации комплексного межрегионального инвестиционного проекта по строительству современных мусороперерабатывающих заводов со специальными цехами для переработки медицинских отходов. Это согласуется с намерениями Корпорации развития Самарской области по строительству подобного завода для Самарско-Тольяттинской агломерации, что может позволить включить медицинские отходы в кластерную модель развития рециклинга. Общие принципы интеграции технического базиса рециклинга реализуются областной целевой программой «Совершенствование системы обращения с отходами производства и потребления и

формирование кластера использования вторичных ресурсов на территории Самарской области» на 2010-2012 годы и на период до 2020 года. Основы механизма государственной поддержки кластеров рециклинга изложены на Парламентских слушаниях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Braungart, M. Design for Reincarnation / M. Braungart, W. McDonough.* – Resource. 2000. 320 p.
2. *Life Cycle Analysis and Recycling.* - Электр. ресурс. Дата обращ. 07.09.2012. URL: <http://www.arcelormittal.com>
3. *Гладышев, Н.Г.* Топология рециклинга // Сб. научн. тр. XVI Междунар. науч.-практич. конф. «Системный анализ в проектировании и управлении»: Ч.1. - СПб.: Изд-во политехн. ун-та, 2012. С. 267-275.
4. *Бутовский, М.Э.* Утилизация медицинских шприцев экструзионным методом / *М.Э. Бутовский, Л.С. Шедько, А.Р. Ильясов* // Поликлиника. 2009. №3. С. 60.
5. ГОСТ Р 54096-2010. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Взаимосвязь требований Федерального классификационного каталога отходов и Общероссийского классификатора продукции.
6. *Быков, Д.Е.* Механизмы смены курса государственной политики в решении проблемы отходов / *Д.Е. Быков, Д.И. Азаров, Н.Г. Гладышев* // Аналитический вестник № 5 (391). Проблемы нормативно-правового и технологического обеспечения обращения с отходами производства и потребления (по итогам Парламентских слушаний 25 дек. 2009 года). Совет Федерации Федерального Собрания РФ. Серия: Развитие России. – М., 2010. 79 с.

SYSTEMS ANALYSIS AND RECYCLING DESIGN

© 2012 N.G. Gladyshev

Samara State Technical University

The purpose of article is development the ideas of recycling systems elements. Recommendations are directed on the solution the problems and promote the design wastage recycling clusters.

Key words: *wastage, recycling, cluster*