



Близкое расположение к строениям, корпусам и наличие колючих растений, а именно: груши, караганы, боярышника и шиповника, отсутствие защитной полосы на протяжении всей границы участка образовательного учреждения – все обязательные для исполнения элементы нарушаются. Неудовлетворительное состояние древесных форм в большей степени связано с отсутствием элементарного ухода и обновления. На участках некоторых школ и детских садов, например школа № 22, гимназия № 44, деревья очень старые. Или наблюдается обратная ситуация: посадки в состоянии подроста, например, территории гимназии № 25, детского сада № 158.

Выводы

В настоящее время значительная часть зелёных насаждений исследованных городских территорий требует осуществления тех или иных форм восстановления. Необходимость их реконструкции обусловлена тем, что насаждения не способны выполнять свои функции.

Парки г. Иркутска в основном не ухожены, водоохранные зоны рек не соблюдаются, санитарно-защитные зоны если и выделены, то недостаточно

озеленены, схожая картина и с территориями учебных заведений.

Рекомендательный характер многих нормативных актов касательно ЗН привёл к тому, что доля их в балансе городской территории постоянно снижается и чрезвычайно медленно и неэффективно восстанавливается. В результате изменения качества городской среды нарушается стабильность процессов обмена веществ, прекращается рост и снижается адаптационная способность растений, т.е. возможность приспосабливаться к изменяющимся факторам городской среды, что приводит в конечном итоге к более раннему физиологическому старению деревьев и подкреплено результатами исследовательской работы.

Анализ состояния растительности разных категорий назначения позволяет сделать неутешительный и однозначный вывод: с целью предотвращения уничтожения зелёных насаждений, повышения их функциональной эффективности и эстетической выразительности необходимо вмешательство, направленное на восстановление жизнедеятельности растений, путём проведения целого комплекса мероприятий.

Библиографический список

1. Приказ Госстроя № 153 от 15.12.1999. Об утверждении правил создания, охраны и содержания зеленых насаждений в городах Российской Федерации [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.complexdoc.ru>
2. Лесная энциклопедия [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://forest.geoman.ru>
3. Методики оценки экологического состояния зеленых насаждений общего пользования Санкт-Петербурга [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://gov.spb.ru/>
4. ГОСТ 28329-89. Озеленение городов. М.: Стандартинформ, 2006. С.8.
5. Сайт Федерального агентства лесного хозяйства, терминологический словарь [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.rosleshoz.gov.ru/terminology/>
6. Водный кодекс Российской Федерации от 03.06.2006 N 74-ФЗ // Рос. газ. 2006. 08 июня.
7. Постановление Правительства РФ № 1404 от 23.11.96.

Положение о водоохраных зонах водных объектов и их прибрежных защитных полосах [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.garant.ru>

8. Закон Иркутской области «О градостроительной деятельности в Иркутской области» от 25 июня 2008 года N 44/23-ЗС.

9. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.complexdoc.ru>

10. Положение о санитарно-защитных зонах предприятий и организаций города Иркутска от 5 октября 2009 г. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.irkutsk-350.ru/>

11. СНиП 2.07.01-89. Градостроительство. Планировка городских и сельских поселений [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.complexdoc.ru>

УДК 658.5.011

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЕВРОПЕЙСКИХ МЕТОДОЛОГИЙ ОЦЕНКИ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ В РОССИЙСКОЙ СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ОТХОДАМИ

© В.Ю. Старостина¹, О.В. Уланова²

Иркутский государственный технический университет, 664074, Россия, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83.

В последние годы в России больше внимания уделяется проблемам, связанным с образованием и утилизацией отходов, а также с их воздействием на окружающую среду. Управление отходами является комплексной задачей, и для того чтобы принять правильное решение в этой области, необходимо использование различных каче-

¹Старостина Влада Юрьевна, кандидат технических наук, доцент кафедры обогащения полезных ископаемых и инженерной экологии, тел.: 79148938977, e-mail: vladastarostina@yandex.ru

Starostina Vlada, Candidate of technical sciences, Associate Professor of the Department of Mineral Processing and Environmental Engineering, tel.: 79148938977, e-mail: vladastarostina@yandex.ru

²Уланова Ольга Владимировна, кандидат технических наук, доцент кафедры обогащения полезных ископаемых и инженерной экологии, e-mail: olga.ulanova@gmx.de

Ulanova Olga, Candidate of technical sciences, Associate Professor of the Department of Mineral Processing and Environmental Engineering, e-mail: olga.ulanova@gmx.de



ственных и количественных методов оценки. В статье рассмотрены широко используемые в Европейском Союзе методы оценки воздействия на окружающую среду, которые могут применяться для оценки различных систем и методов управления отходами.

Ил.1. Библигр. 18 назв.

Ключевые слова: оценка воздействия на окружающую среду; оценка жизненного цикла; управление отходами.

ANALYZING POSSIBILITY TO APPLY EUROPEAN ENVIRONMENT IMPACT EVALUATION METHODOLOGIES IN RUSSIAN WASTE MANAGEMENT SYSTEM

V.Yu. Starostina, O.V. Ulanova

Irkutsk State Technical University,

83 Lermontov St., Irkutsk, 664074, Russia.

Russia is paying more and more attention recently to the problems associated with the formation and recycling of waste, and their impact on the environment as well. Waste management is a complex task, since the right decision in this field requires the use of a variety of qualitative and quantitative assessment methods. The article deals with the methods to assess environmental impact, which are widely used in the European Union and can be applied to assess various systems and methods of waste management.

1 figure. 18 sources.

Key words: environment impact evaluation; life cycle assessment; waste management.

Целью данного исследования является сравнение различных методов оценки воздействия на окружающую среду с точки зрения возможности их использования при управлении отходами.

В последние десятилетия в Европе большое внимание уделяется проблемам, связанным с образованием и утилизацией отходов, в частности твердых бытовых и схожих с ними по составу отходов от муниципальных и промышленных источников. Особое внимание уделяется улучшению законодательства в этой сфере, применению новых современных технологий для утилизации отходов, а также развитию различных методов оценки их воздействия на окружающую среду, то есть применяется системный подход.

Для начала остановимся на самом определении – что подразумевается под системой управления отходами, поскольку в российском законодательстве мы можем встретить только лишь определение «*обращение с отходами*», которое включает в себя организацию сбора отходов, их транспортирование, накопление, размещение, использование или обезвреживание [1].

Термин «*система управления отходами*» гораздо шире, поскольку кроме вышеперечисленного он включает в себя мероприятия по предотвращению образования отходов или уменьшению их количества во время производства и использования продукции. Кроме того, такая система подразумевает разработку различных методов утилизации отходов и областей дальнейшего их применения.

В странах ЕС система управления отходами предполагает наличие интегрированной системы различных аспектов: социальных, экономических, нормативно-правовых, управленческих, технических. Кроме того, принципы устойчивого развития определяют основное направление управления отходами и создают основу иерархии методов обращения с отходами.

Первым законодательным документом в области управления отходами является Директива Европейского Союза 75/442/ЕЭС от 15 июля 1975 г. [2]. В ней впервые были сформулированы и законодательно закреплены принципы обращения с отходами. Это так

называемая «Иерархия управления отходами», согласно которой система управления отходами должна строиться в виде иерархической структуры (рисунок).



Европейская «Иерархия управления отходами»

Как видно из рисунка, приоритет отдается методам, уменьшающим или предотвращающим образование отходов. Основное внимание в иерархии уделяется повышению уровня эффективной переработки отходов за счет оптимизации использования материальных и энергетических ресурсов. Согласно европейской директиве N 1999/31/ЕС «О захоронении отходов на полигонах», с 2005 года в странах ЕС запрещено складирование отходов, которые на сегодняшний момент могут быть вторично использованы, переработаны, например, при помощи механико-биологической обработки, или отправлены на термическую обработку [3]. На полигонах же возможно захоронение только тех отходов, которые не подлежат вторичной переработке, т.е. не представляют материальную или энергетическую ценность. Причем эти полигоны должны являться действительно сложными инженерными сооружениями, оборудованными всеми современными устройствами для сбора и утилизации образующегося свалочного газа и фильтрата.

Очевидно, что управление отходами является комплексной задачей и представляет собой комбина-



цию нескольких этапов управления потоками различных фракций, входящих в состав отходов на уровне города, области или страны.

Для того чтобы принять правильное решение в этой области, необходимо применение различных качественных и количественных методов оценки, которые помогли бы проанализировать различные уже существующие или возможные технологические варианты обращения с отходами, а также оценить экологические и экономические последствия принятия таких решений. На наш взгляд, как раз отсутствие в России практики применения таких инструментов оценки приводит к тому, что не удается принять экологически значимые решения в вопросах, связанных с воздействием отходов на окружающую среду.

В Европе разработка и применение таких методов началась в 60-е годы прошлого столетия, и в настоящее время существует несколько аналитических инструментов оценки качества окружающей среды. Рассмотрим некоторые из них, наибольшее внимание уделим тем, что могут использоваться в анализе систем управления отходами.

Как правило, все методологии в области экологической оценки можно разделить на две категории: процедурные методы и аналитические методы. К первой категории относятся методы, которые используются в качестве процедурного инструмента проведения оценки, эти методы фокусируются больше на социальных и экономических аспектах защиты окружающей среды. Например, к этой категории можно отнести систему экологического менеджмента. Ко второй категории относятся те методы, которые сосредоточены на технических аспектах, например оценка жизненного цикла (ОЖЦ). Выбор той или иной методологии зависит от цели проводимого исследования. Однако необходимо отметить, что чаще всего они применяются совместно, поскольку в этом случае оценка получается комплексной и правдивой [4].

Процедурные инструменты

1. Оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС) – Environmental impact assessment (EIA).

Этот термин был введен Международной ассоциацией по оценке воздействия на окружающую среду (IAIA, International Association for Impact Assessment) [5]. Метод предназначен для оценки степени влияния любого вида планируемой хозяйственной деятельности на состояние окружающей среды и здоровье населения. Кроме определения возможных экологических, социальных и экономических последствий намечаемой деятельности, в рамках ОВОС проводится оценка инвестиционных затрат на обеспечение экологической безопасности в зоне влияния та, предотвращение или смягчение воздействия этой деятельности на окружающую среду и связанных с ней социальных, экономических и иных последствий. Проведение ОВОС юридически необходимо во многих странах. В России проведение ОВОС предусмотрено Федеральным законом «Об экологической экспертизе» для всех видов намечаемой хозяйственной или иной деятельности [6]. Оценка воздействия на окружающую среду применяется в том числе при проектировании

строительства новых полигонов для захоронения отходов, а также предприятий по их переработке и обезвреживанию (мусороперерабатывающие и мусоросжигательные заводы).

2. Стратегическая экологическая оценка (СЭО) – Strategic environmental assessment (SEA).

Стратегическая экологическая оценка (СЭО) применяется для оценки экологических последствий, возникающих в результате принятия предлагаемой политики, планов или программ-инициатив как на муниципальном, так и региональном уровне. В отличие от ОВОС, СЭО предназначена для использования на ранней стадии стратегического планирования или политики. Предметом экологической оценки в этом случае является план или программа, а не конкретный строительный проект. Тем не менее, процедура оценки аналогична ОВОС [7]. Поскольку не существует конкретного руководства по проведению такой оценки, ее применение, в том числе и в сфере управления отходами, ограничено.

3. Система экологического менеджмента (СЭМ) – Environmental management system (EMS).

Само понятие «система экологического менеджмента» (СЭМ) впервые было четко определено и разъяснено в Стандарте Великобритании BS 7750 в 1992 году [8]. Принципы, заложенные в стандарте, были перенесены в серию стандартов ISO 14000, которая была рекомендована всему миру [9]. На основании данных стандартов любое предприятие может сформулировать экологическую политику и цели в соответствии с требованиями природоохранительного законодательства своей страны. В принципе, экологический менеджмент может использоваться для полигонов или других сооружений для переработки или захоронения отходов, поскольку оценивает воздействие на окружающую среду и потребление природных ресурсов. Необходимо отметить, что в России в настоящий момент отмечается тенденция к увеличению числа предприятий, внедряющих или заявивших о своем намерении внедрить систему экологического менеджмента. Но являясь довольно сложной и затратной, эта процедура используется в России чаще всего только теми предприятиями, которые отправляют свою продукцию на экспорт, поскольку это повышает их конкурентоспособность. В глазах зарубежных партнеров предприятие, не учитывающее экологические факторы, может выпускать низкокачественную продукцию, отвергаемую потребителями.

Аналитические инструменты

1. Анализ материальных потоков (АМП) – Material flow analysis (MFA).

При помощи данного метода происходит количественный анализ потока вещества и его накопления в определенной системе с четко установленными границами. Такой системой может быть предприятие, город, регион, государство и т.д. Анализ происходит за счет тщательного подсчета всех входящих и выходящих потоков системы. Поскольку результаты анализа легко контролируются простым сравнением всех потоков при помощи построения системы уравнений материального баланса, этот метод является очень



привлекательным для использования при управлении ресурсами, отходами и окружающей средой в целом.

АМП является превосходным инструментом для поддержки решений, связанных с управлением отходами. Поскольку очень часто количество и состав отходов бывают точно неизвестны, АМП позволяет подсчитать их за счет материального баланса процессов образования отходов или переработки. Несмотря на многочисленные работы Европейских ученых, связанных с идеей использования АМП при рассмотрении процесса управления отходами, на наш взгляд, наибольший вклад в развитие АМП внесла австрийская научная школа, возглавляемая профессорами П. Бруннером и Х. Рейхбергером (Венский технический университет). Основные положения школы изложены в научном труде «Практическое руководство для анализа материальных потоков» [10]. Кроме того, сотрудниками университета была разработана компьютерная программа STAN, существенно облегчающая процесс оценки при помощи использования анализа материальных потоков [11].

В российской практике обращения с отходами внедрение и адаптация АМП происходит крайне медленно в связи с рядом ограничений по применению этого метода. Например, в российской природоохранной системе до сих пор нет в свободном доступе экологических баз данных, включающих в себя энергетические, материальные, информационные балансы потоков веществ и продуктов, существует также ряд других ограничений.

2. *Анализ потока вещества* – Substance flow analysis (SFA).

Анализ потока вещества очень похож на предыдущий метод. И очень часто в зарубежной практике является частью материального анализа. Но если при анализе материальных потоков мы рассматриваем материалы, которые, как правило, являются смесью различных веществ и чаще всего имеют экономическую ценность (сталь, бумага, лес, топливо и т.д.), то в этом случае подразумевается химический элемент (углерод или железо) или химическое соединение (диоксид углерода или серы). Этот метод может, например, помочь с определением потоков различных токсичных элементов при сжигании отходов. То есть при помощи материального баланса и использования коэффициентов переноса можно определить, в каком из выходящих потоков процесса сжигания (зола уноса, шлак, загрязненная вода и т.п.) находится наибольшая концентрация того или иного элемента. Такие данные помогут в правильном выборе и применении соответствующего очистного оборудования [12].

3. *Оценка экологического риска* – Environmental Risk Assessment (ERA).

Во время этой оценки уделяется внимание влиянию различных факторов риска на здоровье людей. Цель таких исследований – количественная оценка рисков при воздействии вредных химических веществ или чрезвычайных ситуаций природного или техногенного характера. Такая оценка помогает выявлять возможные экологические риски, устранять или минимизировать их, получать количественные и качествен-

ные показатели неблагоприятных последствий. Оценка экологического риска воздействия химических веществ – сравнительно недавнее направление, потребовавшее преодоления дополнительных трудностей методологического и методического порядка. Только в 2009 году были опубликованы первые специальные стандарты проведения данной процедуры [13].

Данный метод включает в себя анализ поведения отдельного химического вещества в окружающей среде (включая его распределение и деградацию). Рассматривается его максимальное воздействие на организм человека (через дыхание, с пищей или через кожный покров) или экосистему в целом (прогноз концентраций вещества), проводится анализ его способности причинить вред (как правило, путем экстраполяции лабораторных исследований, производимых с подопытными животными). Типичным результатом проведенной оценки будет характеристика самого риска, степень риска (для экосистемы) или предел безопасности (для здоровья человека). Этот метод является научной основой при регулировании использования химикатов. На наш взгляд, применение данного метода оценки необходимо при принятии решений в сфере управления особо опасными и токсичными отходами. Такая предварительная оценка поможет снизить риски загрязнения окружающей среды как в настоящее время, так и в будущем, поскольку влияние опасных отходов на окружающую среду может происходить в течение очень длительного времени, причем в большинстве случаев степень их влияния возрастает с каждым годом.

4. *Анализ «затраты-выгоды»* – Cost-benefit Analysis (CBA) или *Анализ «затраты-эффективность»* – Cost-effectiveness Analysis (CEA).

Данные методы относятся к экономическим методам оценивания. Термин «затраты-выгоды» (вариант перевода – «издержки-выгоды») часто неточно используется для обозначения более широкого понятия анализ «затраты-эффективность». Строго говоря, анализ затраты-выгоды является более узким и емким понятием, так как измеряет совокупные затраты и выгоды каждой альтернативы товара, услуги или проекта, используя одну и ту же единицу измерения, обычно деньги. Этот анализ позволяет ответить на вопрос: «Стоит ли данный товар, услуга или проект затрат на него?» или «Какой вариант имеет наибольший коэффициент отношения выгод к затратам?» Подобный анализ возможен тогда и только тогда, когда все задействованные параметры могут быть представлены в денежном выражении. Обычно это невозможно, когда речь идет об этических, внутренних, временных и эстетических составляющих. Второй вариант оценки «затраты-эффективность» не ограничивается только анализом затрат-выгод. Его целью является определение соотношения затрат на проект и его результатов (эффективности), когда задача от проекта не может быть оценена только в денежном выражении. Эффективность проекта и затраты на него могут быть выражены через набор благ, которые невозможно выразить в денежном эквиваленте, например, приобретение опыта, улучшение состо-



яния окружающей среды и т.д. Эта схема, являясь более общей, не дает немедленного ответа на вопрос: «Стоит ли данный проект или товар затрат на него?» Для того чтобы получить результат при оценке, необходимо взвесить и сравнить данные о нуждах и предпочтениях людей и совместить их с оценками любых задействованных абсолютных величин, например, юридических и этических ценностей [14–15].

Для систем обращения с отходами, безусловно, необходимо использовать второй вариант оценки, поскольку выгоды от строительства нового мусороперерабатывающего завода или современного полигона захоронения отходов чаще всего оцениваются с точки зрения эффективности для окружающей среды, а не только получения какой-то дополнительной прибыли от использования отходов в качестве вторичного сырья.

5. Оценка жизненного цикла (ОЖЦ) – Life Cycle Assessment (LCA).

Экологические проблемы возникают не только при производстве продукции, но и на стадиях, предшествующих ему (добыча, обработка сырья), либо на следующих за ним этапах (потребление продукции, утилизация отходов) жизненного пути продукции. Значит, и объективная экологическая оценка продукции должна учитывать все стадии ее жизненного цикла. Данный принцип оценки продукции на протяжении трех последних десятилетий реализуется с помощью концепции ОЦЖ. В ходе ОЖЦ осуществляется сбор информации о входных и выходных потоках вещества и энергии в производственной системе и оценка их потенциального экологического воздействия по таким критериям, как использование ресурсов, выбросы в окружающую среду, здоровье человека и состояние экосистем. В то время как в государствах Западной Европы методика ОЖЦ находится в центре дискуссии экологов с 70-х годов прошлого века, в России данная методика приобрела известность только с принятием в период с 1999 по 2002 г. ГОСТа Р ИСО 14040 – ГОСТа Р ИСО 14043 на ОЖЦ [16].

К сожалению, очень часто при ОЖЦ продукции отходам не уделяется достаточного внимания. Хотя в последнее десятилетие исследования в области управления отходами с использованием методологии ОЦЖ играют все более важную роль при выборе

наиболее приемлемых решений по их утилизации. В случае анализа системы управления отходами ОЖЦ принимается в качестве основы для сравнения экологической эффективности различных вариантов обращения с отходами и принятия стратегических решений в этой области. Ожидается, что в Европейском Союзе в будущем ОЖЦ станет важным инструментом для всех аспектов системы управления отходами [17–18].

Проведенный анализ выбранных методов оценки показал, что данные методы, основанные на разных теориях, идеях и имеющие различные концепции проведения, в большинстве случаев могут быть использованы для оценки различных систем и методов управления отходами. Выбор метода зависит от той конкретной проблемы, которая стоит перед исследователями, и от тех вопросов, на которые им необходимо дать ответы. Следует отметить, что совместное применение рассмотренных выше методов может дать исчерпывающую оценку, поскольку каждый из них дополняет другие или может служить отправной точкой для использования других методов. Так, например, проведение предварительного анализа материальных потоков может служить основой для инвентаризационного анализа ОЖЦ. А комплексное использование анализа материальных потоков и экономических методов оценки будет давать хорошие результаты при оценке различных способов переработки или захоронения отходов с точки зрения их долгосрочного воздействия на окружающую среду, поскольку некоторые эмиссии происходят в течение очень длительного времени (иногда более 100 лет).

В России управление отходами находится на самом начальном уровне, поэтому необходимо максимально использовать и учитывать накопленный опыт, в частности опыт Европейских стран, которые начали заниматься этой проблемой уже несколько десятилетий назад. И прежде чем принимать какое-то решение в области управления отходами, нужно тщательно проанализировать существующую обстановку и те последствия, которые наступят в результате принятых решений. На наш взгляд, все рассмотренные методы оценки в той или иной степени могут помочь в принятии грамотных, обоснованных решений на любом уровне – от муниципального до национального.

Библиографический список

1. Федеральный закон от 24 июня 1998 г. N 89-ФЗ "Об отходах производства и потребления".
2. Council Directive 75/442/EEC of 15 July 1975 on waste.
3. Council Directive 1999/31/EC of 26 April 1999 on the landfill of waste.
4. Moberg, Å. (2006), Environmental systems analysis tools for decision-making: LCA and Swedish waste management as an example, A licentiate thesis, Royal Institute of Technology, Sweden.
5. "Principle of Environmental Impact Assessment Best Practice" International Association for Impact Assessment. 1999.
6. Федеральный закон от 23 ноября 1995 г. N 174-ФЗ "Об экологической экспертизе".
7. Salhofer, S., Binner, E. and Wassermann, G. (2005), Strategic environmental assessment in waste management planning, An Austrian case study, Sardinia 2005, The Tenth International Waste Management and Landfill Symposium, Cagliari, Italy 3-7 October 2005.
8. British Standard for Environmental Management Systems BS 7750 (1992).
9. Национальные стандарты серии ГОСТ Р ИСО 14000 (ГОСТ Р ИСО 14001-2007, ГОСТ Р ИСО 14004-2007).
10. Brunner P.H. and Rechberger H. (2004), Practical Handbook of Material Flow Analysis, Lewis Publishers, United State of America.
11. Cencic O., Rechberger H., Material flow analysis with software STAN, J. Environ. Eng. Manage., 18(1), 3-7, 2008.
12. Rechberger, H. (2001), An entropy based method to evaluate hazardous inorganic substance balances of waste treatment systems, Waste management and research, Vol. 19, pp.186-192.
13. International Standards Organization, 2009, ISO31000 Risk



Management – Principles and Guidelines.

14. Hanley N., Spash C.L., Cost-benefit analysis and the environment, Edward Elgar, Brookfield, VT, 1995.

15. Döberl G., Huber R., Brunner P.H., Eder M., Pierrard R., Schönback W., Frühwirth W., Hutterer H., Long-term assessment of waste management options – a new, integrated and goal-oriented approach, Waste Manage. Res., 20, 322, 2002.

16. ГОСТ Р ИСО 1440-2001. Управление окружающей средой. Оценка жизненного цикла. Интерпретация жизненного цикла: Национальный стандарт Российской Федерации. М.:

Госстандарт России, 2001.

17. Hauschild, M.Z., Barlaz, M.,A. (2011): LCA in waste management: introduction to principle and method. *Solid Waste Technology and Management*. Edited by T.H.Christensen, John Wiley and Sons, Ltd., UK. 113-136.

18. Уланова О.В., Старостина В.Ю. Оценка жизненного цикла продукции и системы управления отходами в Европейском союзе // Экология производства. М.: ООО «Деловые Медиа», 2012. № 4. С.10–16.