БЕЗОПАСНОСТЬ СТРОИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ. ГЕОЭКОЛОГИЯ

УДК 502.174.1

Я.И. Вайсман, К.Г. Пугин

ФГБОУ ВПО «ПНИПУ»

РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ АНАЛИЗ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЩЕНИЕМ С ОТХОДАМИ ПРОИЗВОДСТВА

Представлен анализ развития систем управления обращением с отходами производства, начиная с этапа неуправляемого образования и неконтролируемого размещения отходов в окружающей среде до перехода к ресурсному менеджменту. Показана актуальность перехода к стратегии ресурсного менеджмента в области управления обращением с отходами. Сформулированы основные требования к функционированию системы управления обращением с отходами в целях достижения целевых экологических установок, рационального природопользования и устойчивого развития территории. Разработана модель интеграции системы управления обращением с отходами в общую стратегию социально-экономического развития территории.

Ключевые слова: производство, обращение с отходами, превентивные системы, интеграция, техногенная нагрузка, ресурсный потенциал, ресурсный менеджмент, Пермский край.

Ретроспективный анализ развития и эффективности систем управления в сфере обращения с отходами производства позволяет сделать вывод, что произошла смена стратегий в обращении с отходами — от неуправляемого образования отходов и их неконтролируемого размещения в окружающей среде (ОС) до экологически безопасного обращения с ними в рамках менеджмента отходов [1—13]. Эти изменения происходили по мере совершенствования технологий трансформации природных материалов в целевые продукты, повышения их экологической безопасности и экономической эффективности. Стал практиковаться возврат в ресурсный цикл задолженного в отходах потенциала в качестве вторичных материалов (ВМР). В последнее десятилетие, по мере развития чистого производства и широкого использования наилучших доступных технологий (НДТ), появились предпосылки перехода к новой стратегии в управлении обращением с отходами — от менеджмента отходов к ресурсному менеджменту. Новые технологии позволили реализовать идеологию 3R (Reduce — сокращение образования отходов на уровне производства, Reuse — повторное использование отходов, Recycle — переработка в целях получения вторичных ресурсов), ориентированную на возврат в ресурсный цикл потенциала отходов в качестве ВМР.

В историческом плане такая смена стратегий условно может быть разбита на пять основных этапов.

1. Неуправляемое образование и неконтролируемое размещение в ОС практически всего объема образующихся отходов без обезвреживания опасных компонентов и использования их ресурсного потенциала.

2. Контролируемое размещение отходов в ОС на специализированных объектах, отвечающих требованиям экологической и промышленной безопасности. Разработка и реализация систем обращения с ранее накопленными и образовавшимися вновь отходами без управления процессами их образования на уровне производства в целях предотвращения или минимизации их образования. Развитие методов и технологий обезвреживания, уничтожения и утилизации отходов в целях минимизации размещения в ОС их не утилизируемых остатков, снижение техногенной нагрузки до приемлемого уровня и максимального возврата в ресурсный цикл задолженного в отходах потенциала.

3. Развитие превентивных систем управления обращением с отходами на основе использования технологий менеджмента отходов, отвечающих иерархическим принципам управления отходами, направленными на предотвращение их образования. В случае невозможности полного предотвращения образования отходов (0 отходов) обеспечивается минимизация образования отходов с получением их заданного качества (пригодных для рециклинга, имеющих экономически доступные и технически возможные методы их обезвреживания, уничтожения и извлечения задолженного в них ресурсного потенциала).

4. Интеграция системы менеджмента отходов как важного сектора экономики, обеспечивающего устойчивое развитие территории и высокое качество жизни населения, в общую систему социально-экономического развития территории.

5. Переход от системы менеджмента отходов к ресурсному менеджменту, позволяющему оптимизировать трансформацию первичных природных и ВМР в получение и использование целевых продуктов и услуг, обеспечивающих устойчивое развитие общества и высокое качество жизни населения.

На *первом этапе* в результате использования несовершенных в эколого-экономическом и техническом отношении технологий получения целевых продуктов образовывалось большое количество отходов производства. В силу малозатратности использования экономически доступных первичных природных ресурсов, практического отсутствия нормативно-правовых ограничений и контроля обращения отходов производства, отсутствовали побудительные причины минимизации образования, обезвреживания и утилизации отходов. Это приводило к тому, что практически все образующиеся отходы производства размещались в ОС на неконтролируемых объектах (свалках, отвалах, террикониках и др.), не отвечающих требованиям экологической безопасности. Это способствовало формированию в зонах влияния объектов размещения отходов техногенной нагрузки, которая на промышленно развитых территориях зачастую превышала приемлемые уровни, негативно влияла на качество жизни и вызывала появление экозависимых патологий у населения, приводило к загрязнению объектов ОС.

На этом этапе образователи отходов были разобщены и самостоятельно решали вопросы обращения с отходами, зачастую без должного учета интересов сторон, в частности, населения. Это приводило к росту протестных дви-

жений, вызванных высоким уровнем загрязнения ОС и ухудшением качества жизни населения в зонах негативного влияния неконтролируемых мест размещения отходов. В то же время протестные настроения способствовали развитию нормативно-правовой базы по обращению с отходами, стимулировавшей разработку и реализацию методов и технологий экологически безопасного контролируемого размещения в ОС отходов производства.

Созданная в завершающей фазе первого этапа обращения с отходами производства нормативно-правовая база и достигнутые успехи в области методов и технологий создания контролируемых, экологически безопасных мест размещения отходов в ОС, способствовали переходу ко второму этапу обращения с отходами — контролируемому размещению отходов производства в ОС.

На *втором этапе* происходило дальнейшее развитие нормативно-правовой базы, регламентирующей обращение с отходами. Оно осуществлялось в следующих направлениях: запрет неконтролируемого размещения отходов в ОС на объектах, не отвечающих требованиям экологической и промышленной безопасности; взимание дифференцированной платы за размещение отходов на экологически безопасных контролируемых объектах в ОС в зависимости от степени опасности отходов и их неблагоприятных свойств; запрет на размещение в ОС отдельных видов отходов, для которых имеются экологически безопасные, экономически доступные и технически возможные технологии их обезвреживания и утилизации.

На этом этапе произошло и то, что выросли цены на первичные природные материалы и энергоносители, а также платежи за размещение отходов на специализированных объектах. Это стимулировало развитие методов и технологий безопасного контролируемого размещения отходов в ОС, развитие востребованных методов и технологий уничтожения, обезвреживания и переработки отходов, минимизации размещения в ОС их не утилизируемых остатков, максимального использования их ресурсного потенциала и снижения техногенной нагрузки до приемлемого уровня.

Высокая затратность создания и эксплуатации объектов инженерной и логистической инфраструктуры, обеспечивающей полный цикл экологически безопасного обращения с отходами у каждого их образователя (особенно на небольших и средних предприятиях), привела к укрупнению этих объектов, более эффективных в эколого-экономическом и техническом отношении, и совместного их использования. Возникла необходимость создания интегрированных систем управления обращением с отходами. Эти системы основывались на интеграции разобщенных по территориальному и отраслевому признакам образователей отходов и других субъектов. Системы были ориентированы на использование задолженного в отходах ресурсного потенциала и минимизацию размещения в ОС не утилизируемых остатков отходов.

Объектами управления в этих системах были вновь образующиеся («свежий выход») или накопленные ранее отходы, без вмешательства в процессы их образования непосредственно на уровне производства. Отсутствие в этих системах целей предотвращения или минимизации образования отходов позволяет характеризовать эти системы как «пассивные», ориентированные не на устранение причин образования отходов, а последствий применения несовершенных многоотходных технологий производства.

Направленность пассивных систем управления обращения с отходами на решение частных задач устранения или минимизации неблагоприятных последствий обращения с отходами, без активного влияния на причины их образования в условиях высоких темпов роста промышленного производства, не могла обеспечить требуемый уровень эколого-экономической и технической эффективности обращения с отходами.

К этому времени уже достигнут высокий уровень разработки и использования эффективных ресурсосберегающих экологически благоприятных мало-отходных технологий (НДТ, чистое производство, зеленые технологии и др.), а также создана общепринятая иерархия обращения с отходами, где приоритетом является предотвращение их образования. Все это привело к очередной смене стратегии обращения с отходами на следующем (третьем) этапе — созданию превентивных («активных») интегрированных систем управления отходами, отвечающих требованиям общепринятой иерархии.

На *третьем этапе* были разработаны и реализованы превентивные («активные») интегрированные системы управления отходами, основанные на соблюдении принципов иерархии обращения с отходами на всех этапах жизненного цикла (ЖЦ) отходов. От образования отходов, их переработки, обезвреживания, утилизации, уничтожения и размещения в ОС не утилизируемых остатков отходов — до утилизации и размещения в ОС не утилизируемых остатков отходов, образующихся после завершения ЖЦ целевых продуктов, полученных с использованием или на основе отходов [14—18].

Основными целями этих систем являлись: достижение приемлемого уровня техногенной нагрузки, формируемой в процессах обращения с отходами производства на всем протяжении их ЖЦ; максимальный возврат в ресурсный цикл задолженного в отходах потенциала; минимизация размещения в ОС не утилизируемых остатков отходов производства.

Достижение этих целей обеспечивалось использованием инструментов системного менеджмента отходов, позволяющих превентивно решать управленческие задачи на различных производственных уровнях, преодолевать разобщенность образователей отходов и активно влиять на снижение техногенной нагрузки и полноту возврата задолженного в отходах материального и энергетического потенциала в ресурсный цикл оптимальными экологически безопасными методами.

Анализ эколого-экономической и социальной эффективности превентивных систем показал, что они существенно превосходят аналогичные показатели пассивных систем управления обращением с отходами.

Из практики развитых стран ЕС (Австрия, ФРГ, Дания и др.) известно, что в результате использования превентивных систем управления обращения с отходами удалось достичь приемлемых уровней техногенной нагрузки, вовлечь в ресурсный цикл существенные объемы задолженного в отходах ресурсного потенциала, значительно снизить объемы размещения в ОС не утилизируемых остатков отходов. Вместе с тем установлено, что, несмотря на высокую эффективность применения превентивных систем на уровне отдельных групп однородных объектов — образователей отходов, они малоэффективны в масштабах территории, когда объектами управления являются многие образователи отхо-

дов, а также другие участники обращения с отходами и потребители целевых продуктов из отходов производства [19—21].

При высокой концентрации промышленных объектов использование превентивных систем управления обращением с отходами, без управляющих воздействий на участников обращения с отходами, формирующих совокупную техногенную нагрузку и влияющих на ресурсный цикл территории, не позволяет решить задачу снижения техногенной нагрузки до приемлемого уровня и максимально вовлечь задолженный в отходах потенциал в ресурсный цикл.

Одной из причин затрудняющей использование задолженного в отходах ресурсного потенциала являются присущие им фундаментальные особенности, отличающие их от природных аналогов.

Отходы, образующиеся в процессах экосистем (биологические отходы, продукты эрозии объектов литосферы, выбросы, образующиеся при вулканической деятельности, масштабных пожарах и др.), достаточно эффективно «встраиваются» в природный цикл их ассимиляции с превращением в природные материалы. В отличие от них отходы производства, в силу содержания в них новых компонентов, которые отсутствовали в природе, а также опасных компонентов в сочетаниях и концентрациях, не встречающихся в природных материалах, не способны без предварительной подготовки к включению в обычные ассимиляционные процессы.

Игнорирование этих особенностей ряда отходов производства при вовлечении их в ресурсный цикл с помощью традиционных технологий получения целевых продуктов приводит к формированию вторичной техногенной нагрузки.

Необходимо отметить, что в условиях рыночной экономики спросом пользуются конкурентоспособные целевые продукты, а их реализация регулируется потребностью в них. Это определяет повышенные требования к полученным на основе отходов целевым продуктам, в части их себестоимости, отпускной цене, конкурентным преимуществам по сравнению с аналогами, полученными из первичных материалов, приемлемым логистическим расходам, соответствия экологическим требованиям, подтвержденным сертификационными документами. Особые трудности возникают при реализации ресурсного потенциала отходов, когда на рынок предлагается больше целевых продуктов, чем есть спрос на них на территориях, близко расположенных к местам образования этих отходов, а логистические расходы на доставку их в отдаленные территории для потенциально возможного использования лишают их необходимых конкурентных преимуществ.

Поэтому на территориальном уровне необходимо учитывать, кроме фундаментальных, и такие частные факторы, как потребность в ВМР и целевых продуктах из них, наличие резервных территорий для размещения не утилизируемых остатков отходов, экономическая доступность перехода от традиционных многоотходных технологий к НДТ, чистому производству и другим «зеленым» технологиям.

Невозможность масштабирования применения превентивных систем управления обращением отходами, эффективно используемым на уровне отдельных участников обращения с отходами на всю территорию, определяет целесообразность перехода к новой стратегии управления обращением отходами.

Анализ основных тенденций развития систем управления обращением отходами позволяет сделать вывод, что новая стратегия может быть основана на сочетании менеджмента отходов с такими высокоэффективными методами управления, применяемыми на уровне территории, как изменение структуры и мощностей объектов промышленного производства, перепрофилирование или ликвидация отдельных субъектов хозяйственной деятельности. Как в целях достижения социально-экономических показателей развития территории в целом, так и решения частных задач, в т.ч. предотвращения или минимизации образования отходов, оптимизации возврата в ресурсный цикл ВМР. Применение такой стратегии целиком или ее отдельных элементов становится возможным на четвертом этапе управления обращением с отходами, на территориях где реализуется стратегия социально-экономического развития, успешно функционирует система менеджмента отходов, имеется необходимая инженерная и логистическая инфраструктура и экономические возможности обеспечения экологически безопасного обращения отходов.

Четвертый этап характеризуется интеграцией систем управления обращением отходами в общую систему социально-экономического развития территории (от локального, регионального до национального уровня) в целях обеспечения устойчивого развития территории и высокого качества жизни населения.

На этом этапе происходит трансформация интегрированной в развитие территории превентивной системы управления обращением отходами в современную мультидисциплинарную систему менеджмента отходов, основанную на использовании инновационных методов и технологий, наилучших практик и достижений, применяемых в ведущих отраслях науки и техники. В настоящее время система менеджмента отходов превратилась в одну из наиболее динамично развивающихся отраслей экономики, в которой сосредоточены большие материальные и энергетические ресурсы, по своим масштабам не уступающие ряду добывающих и обрабатывающих отраслей. Мощная ресурсная база этой отрасли, наличие развитой инженерной и логистической инфраструктуры, высокий кадровый потенциал и современные высокоэффективные системы менеджмента определяют ее существенное влияние на изменение структуры промышленного производства и территориального размещения новых промышленных и иных отходообразующих объектов. Этим достигается оптимизация ресурсного цикла территорий, минимизация использования первичных природных ресурсов за счет вовлечения в ресурсный цикл ВМР, обеспечение устойчивого развития территорий и улучшение качества жизни населения в результате снижения техногенной нагрузки до приемлемого уровня.

Опыт ФРГ и Австрии, где реализованы отдельные элементы интеграции системы менеджмента отходов в общую стратегию развития территории, свидетельствует о возможности более эффективно решать задачи минимизации использования первичных ресурсов, более полно использовать ресурсный потенциал отходов, в т.ч. разнородных отходов, что затруднено на уровне отдельных объектов [22]. В нашей стране есть положительный опыт снижения техногенной нагрузки в ряде урбанизированных территорий с развитой много-

отраслевой промышленностью при интеграции системы менеджмента отходов в общую стратегию социально-экономического развития территории, где ограничивается развитие отдельных многоотходных промышленных объектов. Так, например, в Пермском крае на двух крупных металлургических предприятиях проведена замена доменного и мартеновского производств, на которых образовывались многотоннажные трудно утилизируемые отходы, на электросталеплавильное. А оно — малоотходное, и образующиеся на нем отходы востребованы в качестве ВМР. Кроме того, электросталеплавильные предприятия являются потребителями черного металлолома, в т.ч. образующегося в пределах края. Это позволяет не только сократить потребление первичных природных материалов (железной руды, угля, газа), но и получить целевые продукты с меньшими сбросами, выбросами и отходами, оптимизировать логистические процедуры, снизить техногенную нагрузку, повысить эколого-экономическую и социальную эффективность развития территории.

При интеграции систем менеджмента отходов в общую стратегию социально-экономического развития территории появляются большие возможности гибкого реагирования на резкие изменения рыночной конъюнктуры на потребление отдельных видов материальных и энергетических ресурсов управлением потоками ВМР. Так, например, при падении цен и спроса на макулатуру, отходы производства и потребления пластмасс, древесные и другие отходы, имеющие значительный энергетический потенциал, становится более эффективной их утилизация с получением вторичных энергетических ресурсов, востребованных на рынке.

Полученный в последние годы опыт интеграции систем менеджмента отходов в общую стратегию социально-экономического развития территории показал, что их эффективность может быть существенно повышена с переходом от менеджмента отходов к ресурсному менеджменту. Это определяется тем, что в рамках ресурсного менеджмента объектом управления является вся совокупность материальных, энергетических и информационных потоков в пределах определенной территории, в то время как объектами управления менеджмента отходов является только относительно небольшая часть этих потоков, задействованных в сфере обращения отходов. Возможность управления всеми ресурсными потоками в пределах территории позволяет оптимизировать процессы получения целевых продуктов на основе комплексного использования первичных природных и ВМР. Это определяет актуальность очередной смены стратегий управления обращения с отходами в направлении перехода от менеджмента отходов к ресурсному менеджменту. Такая смена стратегий возможна на пятом этапе, когда имеются все необходимые условия для ее реализации: достаточно полно разработана методология ресурсного менеджмента; создана нормативно-правовая база; развита инженерная, логистическая инфраструктуры и обеспечена экономическая доступность реализации методов и механизмов ресурсного менеджмента по оптимизации управления обращением с отходами.

На *пятом этапе* на основе фундаментальных и прикладных исследований по метаболизму антропосферы в целом и более ее узкой области — индустриальному метаболизму, проведенных в [4—7], были разработаны методические

подходы к применению механизмов и инструментов ресурсного менеджмента для решения прикладных задач в части оптимального управления ресурсным потоками, задействованными при обращении с отходами.

Переход к стратегии ресурсного менеджмента — задача, актуальная на различных территориальных уровнях (от локального, регионального, национального до наднационального). Она определяется необходимостью учета дальнейшего развития международных связей в области ресурсного менеджмента. Глобализация интеграционных процессов, успешное использование таких механизмов, как международное разделение труда, квотирование отдельных видов производства, снятие таможенных барьеров, создает объективные предпосылки для совместного управления объединенными наднациональными, а частично и глобальными ресурсными потоками, которые существенно эффективнее традиционного ресурсного менеджмента, ограниченного национальными рамками. Другой особенностью таких наднациональных объединений является смещение приоритетов в области управления объединенными ресурсными потоками. Так, если в национальных системах ресурсного менеджмента традиционно верховенствовал экономический приоритет, а затем социально-экологический, то в наднациональных системах ресурсного менеджмента в силу меняющейся политической конъюнктуры может быть верховенство политических решений в ущерб экономическим, экологическим и иным интересам.

Переход от менеджмента отходов к ресурсному менеджменту в ряде развитых в промышленном отношении стран нашел отражение в нормативно-правовых актах, касающихся регулирования обращения с отходами (Directive 2008/98/EC, Directive 2006/118/EC, Directive 2010/75/EU). Отдельные положения этих нормативно-правовых документов ЕС, определяющих иерархический порядок обращения с отходами и требования к системам управления ими, использованы в национальных стандартах РФ¹.

Вместе с тем анализ отечественных нормативных документов позволяет сделать вывод, что они имеют рамочный характер и недостаточно полно определяют требования к системам управления обращения с отходами в объеме, достаточном для практического использования.

С учетом этого, на основании изучения передового зарубежного опыта управления обращения с отходами [19—22] и результатов собственных исследований нами были сформулированы основные требования к функционированию систем управления обращением с отходами для достижения целевых экологических установок, рационального природопользования и устойчивого развития территорий.

Системы управления обращением с отходами должны отвечать следующим требованиям:

быть *экологически ориентированными*. Обеспечивать приемлемый уровень техногенной экологической нагрузки, формируемой в процессе обращения с отходами;

¹ ГОСТР 55830—2013. Ресурсосбережение. Наилучшие доступные технологии. Иерархический порядок обращения с отходами; ГОСТР 55827—2013. Ресурсосбережение. Наилучшие доступные технологии. Руководство по экологически ориентированному управлению отходами; и ГОСТ 30772—2001. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Термины и определения.

превентивными. Обеспечивать общепринятый иерархический порядок обращения с отходами, где приоритетным является предотвращение образования отходов в источнике их образования. Максимально использовать исходное сырье и материалы, вовлекать задолженный в отходах ресурсный потенциал в технологический цикл в качестве ВМР, использовать экологически благоприятные технологии (НДТ, зеленые, энерго-ресурсосберегающие и иные) с минимизацией размещения в ОС не утилизируемых остатков отходов; *интегрированными* в общую стратегию обеспечения экологически благоприятного состояния и дальнейшего устойчивого социально-экономического развития территории.

Модель интеграции системы управления обращением с отходами в общую стратегию социально-экономического развития территории приведена на рисунке.

Использование таких превентивных интегрированных систем управления обращением с отходами на практике затруднено из-за недостаточной проработанности эколого-технологических положений этих систем. В частности, недостаточно разработаны методика и инструменты управления ресурсными потоками на территории изменением структуры промышленного производства в целях предотвращения образования трудноутилизируемых отходов. Вовлечение в ресурсный цикл задолженного в отходах потенциала затруднено из-за отсутствия экологически безопасных, экономически доступных и технически возможных технологий переработки и обезвреживания отходов с целью получения на их основе или с участием отходов целевых продуктов, востребованных на рынке и конкурентоспособных с аналогами, полученными из первичных материалов.

Проведенные нами в ПНИПУ исследования для разработки эколого-технических положений систем управления обращением с отходами и апробация отдельных элементов этих систем в Пермском крае позволили реально сократить объемы образования не утилизируемых многотоннажных отходов и дополнительно получить товарные продукты [23—25]. Эти результаты отмечены на примере изменения структуры промышленного производства с ликвидацией экологически неблагоприятных производств, образующих многотоннажные трудноутилизируемые отходы, а также внедрения рекомендаций по изменению технологий получения целевых продуктов на промышленных предприятиях края. Разработанные экологически безопасные и экономически доступные технологии комплексной переработки отходов, в т.ч. и совместной переработки разнородных отходов металлургических, химических и целлюлозно-бумажных предприятий, позволили получить товарные продукты, востребованные на рынке.

Апробация отдельных элементов разработанных превентивных интегрированных систем управления обращением с отходами на примере Пермского края — типичного представителя урбанизированных территорий с развитой многоотраслевой промышленностью и высокой техногенной нагрузкой показала возможность и высокую экологическую результативность применения таких систем в технико-экономических условиях нашей страны.

Модель интеграции системы управления обращения с отходами в общую стратегию социально-экономического развития территории

Библиографический список

1. *Brunner P.* The Need for Final Sinks // From Sanitary to Sustainable Landfilling: why, how, and when? / Proc. 1st Int. Conf. on Final Sinks. Ed J. Fellner. Vienna University of Technology, Institute for Water Quality, Waste and Resources Management. 23—25 September 2010. TU Vienna. Pp. 1—3.
2. *Cossu R.* Role of landfilling in solid waste management // Sanitary landfilling: Process, Technology and Environmental impact. London: Academic Press, 1994. Pp. 29—49.
3. *Goran V., Bojan B., Nemanja S., Dejan U.* From landfill to 3R, pathway in developed as well in developing country // From Sanitary to Sustainable Landfilling: why, how, and when? : Proc. 1st Int. Conf. on Final Sinks. Ed J. Fellner. Vienna University of Technology, Institute for Water Quality, Waste and Resources Management. 23—25 September 2010. TU Vienna. P. 77.
4. *Counh R., Trois C.* Sustainable landfilling through CDM waste compasting in developing countries in Africa // From Sanitary to Sustainable Landfilling: why, how, and when? : Proc. 1st Int. Conf. on Final Sinks. Ed J. Fellner. Vienna University of Technology, Institute for Water Quality, Waste and Resources Management. 23—25 September 2010. TU Vienna. Pp. 73—76.
5. *Baccini P., Bader H.-P.* Regionaler Stoffhaushalt: Erfassung, Bewertung und Steuerung (Regional metabolism: Analysis, Evaluation and Design). Heidelberg : Spektrum Akad. Verl. GmbH, 1996. 420 p.
6. *Baccini P., Brunner P.H.* Metabolism of the Anthroposphere: Analysis, Evaluation, Design. MIT Press, 2012. 392 p.
7. *Klee R.J., Graedel T.E.* Elemental cycles: A status report on human or natural dominance // Annual Review of Environment and Resources. 2004. Vol. 29. Pp. 69—107.
8. *Зинченко Е.А., Исмаилов Ш.С.* Правовые основы нормирования обращений с опасными отходами производства и потребления // Правовая культура. 2013. № 1 (14). С. 142—145.
9. *Ляшенко В.И., Дядечкин Н.И.* Развитие технологий и технических средств обращения с отходами уранового производства // Горный журнал. 2013. № 4. С. 82—87.
10. *Пономарев М.В.* Тенденции и перспективы совершенствования законодательства в сфере обращения с отходами производства и потребления // Журнал российского права. 2013. № 4 (196). С. 22—32.
11. *Ибатуллин Р.У., Ибатуллина С.М.* Обращение с отходами производства: от оптимизации деятельности предприятия к решению стратегических задач // Экономика и управление. 2013. № 4 (114). С. 81—85.
12. *Панина И.А.* Проблемы обращения с отходами производства и потребления в России и опыт Европейского союза // Вестник Евразийской Академии административных наук. 2013. № 3 (24). С. 129—134.
13. *Орешкин Д.В.* Проблемы строительного материаловедения и производства строительных материалов // Строительные материалы. 2010. № 11. С. 6—9.
14. *Теличенко В.И., Гутенев В.В., Слесарев М.Ю.* Подходы к интерпретации систем управления экологической безопасностью в строительстве // Экология урбанизированных территорий. 2006. № 2. С. 4—12.
15. *Кузнецов С.Н., Волынкина Е.П.* Интегрированная модель и программа для стратегического планирования управления ТБО на региональном и местном уровнях // Экология и промышленность России. 2014. № 6. С. 43—47.
16. *Уланова О.В., Старостина В.Ю.* Краткий обзор метода оценки жизненного цикла продукции и систем управления отходами // Современные проблемы науки и образования. 2012. № 4. Режим доступа: <http://www.science-education.ru/104-6799>.

17. *Боравская Т.В.* Регламентация обращения с отходами в России и ОЭСР // Твёрдые бытовые отходы. 2014. № 6 (96). С. 35—39.
18. *Боравская Т.В.* Регламентация обращения с отходами в России и ОЭСР // Твёрдые бытовые отходы. 2014. № 7 (97). С. 41—44.
19. *Brunner P.H., Rechberge H.* Practical Handbook of Material Flow Analysis. Lewis Publishers, Boca Raton, FL, 2003. 332 p.
20. *Brunner P.H.* Reshaping Urban Metabolism // Journal of Industrial Ecology. 2007. Vol. 11. No. 2. Pp. 11—13.
21. *Brunner P.H.* Regionaler Stoffhaushalt: Erfassung, Bewertung, Steuerung [Regional Materials Management: Analysis, Evaluation, Control] // Journal of Industrial Ecology. 2000. Vol. 4. No. 1. Pp. 145—146.
22. *Mastellone M.L., Brunner P.H., Arena U.* Scenarios of Waste Management for a Waste Emergency Area // Journal of Industrial Ecology Special Issue: Applications of Material Flow Analysis. October 2009. Vol. 13. No. 5. Pp. 735—757.
23. *Пугин К.Г.* Вопросы экологии использования твердых отходов черной металлургии в строительных материалах // Строительные материалы. 2012. № 8. С. 54—56.
24. *Pugin K.G., Vaysman Y.I., Potapov A.D., Oreshkin D.V.* Development of the Technology of a Simultaneous Utilization of Heterogenous Industrial Wastes for a Construction Materials Production // Modern Applied Science. 2015. Vol. 9. No. 1. Pp. 51—58.
25. *Pugin K.G., Vaysman Y.I.* Methodological approaches to development of ecologically safe usage technologies of ferrous industry solid waste resource potential // World Applied Sciences Journal. 2013. No. 22, Special Issue on Techniques and Technologies. Pp. 28—33.

Поступила в редакцию в январе 2015 г.

Об авторах: **Вайсман Яков Иосифович** — доктор медицинских наук, профессор, научный руководитель кафедры охраны окружающей среды, **Пермский национальный исследовательский политехнический университет (ФГБОУ ВПО «ПНИПУ»)**, 614990, г. Пермь, Комсомольский пр-т, д. 29, 8 (342) 219-80-67, 123zzz@rambler.ru;

Пугин Константин Георгиевич — кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры автомобилей и технологических машин, **Пермский национальный исследовательский политехнический университет (ФГБОУ ВПО «ПНИПУ»)**, 614990, г. Пермь, Комсомольский пр-т, д. 29, 8 (342) 219-80-67, 123zzz@rambler.ru.

Для цитирования: *Вайсман Я.И., Пугин К.Г.* Ретроспективный анализ и перспективы развития систем управления обращением с отходами производства // Вестник МГСУ. 2015. № 2. С. 70—84.

Ya.I. Vaysman, K.G. Pugin

RETROSPECTIVE ANALYSIS AND DEVELOPMENT PROSPECTS FOR THE INDUSTRIAL WASTE MANAGEMENT CONTROL SYSTEMS

One of the most important issues of our time is the introduction of the resource saving technologies in the manufacturing process. Development and implementation of such technologies are constrained not only by the technical development of the industry, but also by the normative legal aspects of waste production. In order to identify all the significant factors increasing the attractiveness of resource production technologies introduction, it is necessary to examine the changes in the basic principles of the waste management systems in Russia and industrialized countries.

The paper presents an analysis of the development of control systems in waste production from the stage of unmanaged education and uncontrolled waste disposal to the environment before transition to resource management. The urgency of the transition to resource management strategies in the field of waste management is discussed.

As the best practice waste management deals with the experience of Germany and Austria, where individual integration elements of waste management system are implemented into the overall development strategy of the territory. In particular, it suggests that it is possible to deal more effectively with the strategic objective of minimizing the use of primary resources through better use of the resource potential of waste in the process of comprehensive utilization and recycling, including the sharing of heterogeneous waste. In Russia the implementation of such practices is difficult due to the isolation of Territorial Administration from the businesses located in the area.

Basing on the analysis of the systems of waste management the basic requirements for the control system of waste management were set out in order to achieve environmental targets, efficient environmental management and sustainable development of the area.

Control systems in waste management must meet the following requirements: be environment-friendly (to ensure an acceptable level of technological environmental load generated during the waste management); preventive (provide conventional hierarchical order of waste management); integrated into the overall strategy for environmentally friendly state and further sustainable socio-economic development of the territory.

Key words: production, waste management, preventative systems, integration, anthropogenic load, resource potential, resource management, Perm region.

References

1. Brunner P. The Need for Final Sinks. From Sanitary to Sustainable Landfilling: Why, How, and When? Proc. 1st Int. Conf. on Final Sinks. Ed J. Fellner. Vienna University of Technology, Institute for Water Quality, Waste and Resources Management, 23—25 September, 2010, TU Vienna, pp. 1—3.
2. Cossu R. Role of Landfilling in Solid Waste Management. Sanitary Landfilling: Process, Technology and Environmental Impact. London, Academic Press, 1994, pp. 29—49.
3. Goran V., Bojan B., Nemanja S., Dejan U. From Landfill to 3R, Pathway in Developed as Well in Developing Countries. From Sanitary to Sustainable Landfilling: Why, How, and When? Proc. 1st Int. Conf. on Final Sinks. Ed J. Fellner. Vienna University of Technology, Institute for Water Quality, Waste and Resources Management, 23—25 September, 2010, TU Vienna, p. 77.
4. Counh R., Trois C. Sustainable Landfilling through CDM Waste Composting in Developing Countries in Africa. From Sanitary to Sustainable Landfilling: Why, How, and When? Proc. 1st Int. Conf. on Final Sinks. Ed J. Fellner. Vienna University of Technology, Institute for Water Quality, Waste and Resources Management, 23—25 September, 2010, TU Vienna, pp. 73—76.
5. Baccini P., Bader H.-P. Regionaler Stoffhaushalt: Erfassung, Bewertung und Steuerung (Regional metabolism: Analysis, Evaluation and Design). Heidelberg, Spektrum Akad. Verl. GmbH, 1996, 420 p.
6. Baccini P., Brunner P.H. Metabolism of the Anthroposphere: Analysis, Evaluation, Design. MIT Press, 2012, 392 p.
7. Klee R.J., Graedel T.E. Elemental Cycles: A Status Report on Human or Natural Dominance. Annual Review of Environment and Resources. 2004, vol. 29, pp. 69—107. DOI: <http://dx.doi.org/10.1146/annurev.energy.29.042203.104034>.
8. Zinchenko E.A., Ismailov Sh.S. Pravovye osnovy normirovaniya obrashcheniy s opasnymi otkhodami proizvodstva i potrebleniya [Legal Fundamentals for Setting the Standards in Dangerous Production and Consumer Waste Management]. *Pravovaya kul'tura* [Legal Culture]. 2013, no. 1 (14), pp. 142—145. (In Russian)

9. Lyashenko V.I., Dyadechkin N.I. Razvitie tekhnologiy i tekhnicheskikh sredstv obrashcheniya s otkhodami uranovogo proizvodstva [Development of Technologies and Technical Devices of Uranium Production Waste Management]. *Gornyy zhurnal* [Mining Journal]. 2013, no. 4, pp. 82—87. (In Russian)
10. Ponomarev M.V. Tendentsii i perspektivy sovershenstvovaniya zakonodatel'stva v sfere obrashcheniya s otkhodami proizvodstva i potrebleniya [Tendencies and Prospects of Legislation Improvement in the Field of Production and Consumer Waste Management]. *Zhurnal rossiyskogo prava* [Journal of Russian Law]. 2013, no. 4 (196), pp. 22—32. (In Russian)
11. Ibatullin R.U., Ibatullina S.M. Obrashchenie s otkhodami proizvodstva ot optimizatsii deyatel'nosti predpriyatiya k resheniyu strategicheskikh zadach [Production Waste Management from Enterprise Optimization to Solving Strategic Problems]. *Ekonomika i upravlenie* [Economy and Management]. 2013, no. 4 (114), pp. 81—85. (In Russian)
12. Panina I.A. Problemy obrashcheniya s otkhodami proizvodstva i potrebleniya v Rossii i opyt Evropeyskogo soyuza [Problems of Production and Consumer Waste Management in Russia and Experience of the European Union]. *Vestnik Evraziyskoy akademii administrativnykh nauk* [Proceedings of Eurasian Academy of Administrative Sciences]. 2013, no. 3 (24), pp. 129—134. (In Russian)
13. Oreshkin D.V. Problemy stroitel'nogo materialovedeniya i proizvodstva stroitel'nykh materialov [Problems of Construction Materials Science and Production of Construction Materials]. *Stroitel'nye materialy* [Construction Materials]. 2010, no. 11, pp. 6—9. (In Russian)
14. Telichenko V.I., Gutenev V.V., Slesarev M.Yu. Podkhody k interpretatsii sistem upravleniya ekologicheskoy bezopasnost'yu v stroitel'stve [Interpretation Approaches of the Control Systems of Ecological Safety in Construction]. *Ekologiya urbanizirovannykh territoriy* [Ecology of the Urbanized Territories]. 2006, no. 2, pp. 4—12. (In Russian)
15. Kuznetsov S.N., Volynkina E.P. Integrirovannaya model' i programma dlya strategicheskogo planirovaniya upravleniya TBO na regional'nom i mestnom urovnyakh [Integrated Model and Program for Strategic Planning of Municipal Solid Waste Management on Regional and Local Levels]. *Ekologiya i promyshlennost' Rossii* [Ecology and Industry in Russia]. 2014, no. 6, pp. 43—47. (In Russian)
16. Ulanova O.V., Starostina V.Yu. Kratkiy obzor metoda otsenki zhiznennogo tsikla produktsii i sistem upravleniya otkhodami [Brief Review of Estimation Method for the Life Cycle of Products and Waste Management Systems]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* [Contemporary Problems of Science and Education]. 2012, no. 4. Available at: <http://www.science-education.ru/104-6799>. (In Russian)
17. Boravskaya T.V. Reglamentatsiya obrashcheniya s otkhodami v Rossii i OESR [Regulation of Waste Management in Russia and OECD]. *Tverdye bytovye otkhody* [Municipal Solid Waste]. 2014, no. 6 (96), pp. 35—39. (In Russian)
18. Boravskaya T.V. Reglamentatsiya obrashcheniya s otkhodami v Rossii i OESR [Regulation of Waste Management in Russia and OECD]. *Tverdye bytovye otkhody* [Municipal Solid Waste]. 2014, no. 7 (97), pp. 41—44. (In Russian)
19. Brunner P.H., Rechberge H. Practical Handbook of Material Flow Analysis. Lewis Publishers, Boca Raton, FL, 2003, 332 p.
20. Brunner P.H. Reshaping Urban Metabolism. *Journal of Industrial Ecology*. 2007, vol. 11, no. 2, pp. 11—13. DOI: <http://dx.doi.org/10.1162/jie.2007.1293>.
21. Brunner P.H. Regionaler Stoffhaushalt: Erfassung, Bewertung, Steuerung [Regional Materials Management: Analysis, Evaluation, Control]. *Journal of Industrial Ecology*. 2000, vol. 4, no. 1, pp. 145—146.
22. Mastellone M.L., Brunner P.H., Arena U. Scenarios of Waste Management for a Waste Emergency Area. *Journal of Industrial Ecology Special Issue: Applications of Material Flow Analysis*. October 2009, vol. 13, no. 5, pp. 735—757.
23. Pugin K.G. Voprosy ekologii ispol'zovaniya tverdykh otkhodov chernoy metallurgii v stroitel'nykh materialakh [Ecological Issues of Applying Iron Industry Solid Waste in Construction Materials]. *Stroitel'nye materialy* [Construction Materials]. 2012, no. 8, pp. 54—56. (In Russian)

24. Pugin K.G., Vaysman Y.I., Potapov A.D., Oreshkin D.V. Development of the Technology of a Simultaneous Utilization of Heterogenous Industrial Wastes for a Construction Materials Production. *Modern Applied Science*. 2015, vol. 9, no. 1, pp. 51—58. DOI: <http://dx.doi.org/10.5539/mas.v9n1p51>.

25. Pugin K.G., Vaysman Y.I. Methodological Approaches to Development of Ecologically Safe Usage Technologies of Ferrous Industry Solid Waste Resource Potential. *World Applied Sciences Journal*. 2013, no. 22, Special Issue on Techniques and Technologies, pp. 28—33. DOI: <http://dx.doi.org/10.5829/idosi.wasj.2013.22.tt.22135>.

About the authors: **Vaysman Yakov Iosifovich** — Doctor of Medical Sciences, Professor, Chair, Department of Environmental Protection, **Perm national Research Polytechnic University (PSTU SNRPUP)**, 29 Komsomol'skiy prospect, Perm, 614990, Russian Federation; 8 (342) 219-80-67, 123zzz@rambler.ru;

Pugin Konstantin Georgievich — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, chair, Department of Automobiles and Technological Machines, **Perm national Research Polytechnic University (PSTU SNRPUP)**, 29 Komsomol'skiy prospekt, Perm', 614990, Russian Federation; +7 (342) 219-80-67; 123zzz@rambler.ru.

For citation: Vaysman Ya.I., Pugin K.G. Retrospektivnyy analiz i perspektivy razvitiya sistem upravleniya obrashcheniem s otkhodami proizvodstva [Retrospective Analysis and Development Prospects for the Industrial Waste Management Control Systems]. *Vestnik MGSU* [Proceedings of Moscow State University of Civil Engineering]. 2015, no. 2, pp. 70—84. (In Russian)