

Формирование методов оценки экологически безопасного обращения с отходами в качестве вторичных ресурсов

Э.С. Цховребов

Независимый исследователь; г. Москва, Россия

АННОТАЦИЯ

Проведено комплексное исследование системы обращения с отходами производства и потребления с акцентом на актуальные проблемы в данной сфере в транспортном и строительном комплексах. Сформирована концепция обеспечения экологической безопасности системы «человек — природная среда». Определены источники экологической опасности в процессе обращения с отходами в сфере транспорта и строительства. Для системного изучения экологически безопасного обращения с отходами и максимизации повторного применения ресурсной составляющей (вторичных ресурсов) в целях вовлечения в хозяйственный оборот впервые применены современные научно-исследовательские методы: SWOT-анализ и предварительного анализа опасности (Process Hazards and Analysis — PHA). Осуществлено научное обоснование методов, критериев, уровней и системы требований обеспечения экологической безопасности в изучаемых сферах экономической деятельности на всех этапах обращения с отходами и вторичными ресурсами в целях минимизации образования отходов и максимального вовлечения их ресурсной составляющей в хозяйственный оборот. Проведен системный анализ экологической допустимости, технической возможности использования ресурсного потенциала отходов в качестве вторичных ресурсов в рассматриваемых сферах деятельности для их повторного применения при производстве продукции, работ, энергии.

По результатам исследования предложены практические меры по совершенствованию системы требований экологически безопасного обращения с отходами, сформированы уровни экологической безопасности населенных пунктов в отношении воздействия опасных отходов.

Ключевые слова: транспорт; экологическая безопасность; отходы производства и потребления; вторичные ресурсы; охрана окружающей среды; ресурсосбережение; транспортное строительство; инфраструктура по обработке; утилизация отходов; вторичное сырье

Formation of methods for assessing environmentally sound waste management as secondary resources

Eduard S. Tskhovrebov

Independent researcher; Moscow, Russian Federation

ABSTRACT

A comprehensive study of the production and consumption waste management system was carried out with an emphasis on urgent problems in this area in the transport and construction sectors. The concept of ensuring the ecological safety of the “man — natural environment” system has been formed.

Sources of ecological danger in the course of the reference with a waste in transport and building sphere are defined. Ecologically safe handling of a waste and maximisations of repeated application of a resource component (secondary resources) with a view of involving in economic circulation are applied for the first time to system studying modern research methods: the SWOT-analysis and the Preliminary analysis of Hazard». Implemented the scientific substantiation of methods, criteria, levels and system of requirements of maintenance of ecological safety in studied spheres of economic activities at all stages of the reference with a waste and secondary resources with a view of minimisation of spheration of a waste and the maximum involving of their resource component in economic circulation is carried out. The system analysis of an ecological admissibility, technical possibility of use of resource potential of a waste as secondary resources in considered fields of activity for their repeated application is carried out at production, works, energy.

By results of research practical measures on perfection of system of requirements ecologically safe handling of a waste are offered, levels of ecological safety of settlements concerning influence of a dangerous waste are generated.

Keywords: transport; ecological safety; production wastes and consumption; secondary resources; preservation of the environment; the savings of resources; transport building; an infrastructure on processing; recyclings of a waste; secondary raw materials

ВВЕДЕНИЕ

Современный этап развития России характеризуется крайне высоким уровнем потребления

материально-сырьевых ресурсов. Это вызвано экспортно-сырьевой направленностью развития национальной экономики, особенностями функционирования добывающей, строительной и ряда

других отраслей. В комплексе с ростом потребления разных видов продукции, негативным последствием таких тенденций становится ежегодный устойчивый рост количества образующихся опасных отходов производства и потребления [1–5].

При этом обращение с образующимися в процессе деятельности различных видов транспорта, транспортного строительства, коммунального и строительного комплекса, крупногабаритными отходами (бетона, железобетонных конструкций, кирпичного и стеклянного боя, керамики, металлолома, полимерными, древесными, древесно-кустарниковой растительности и ряда других), электронного и электробытового оборудования, нефтешламами, а также твердыми коммунальными отходами (ТКО) и отходами, подобных коммунальным, становится в последнее время наиболее актуальной проблемой экологической безопасности населенных территорий. Подавляющее большинство данных отходов IV–V классов опасности (более 90 %) направляется на захоронение на полигоны, несанкционированные свалки, нанося непоправимый вред природной среде [6–10].

Сложившаяся десятилетиями отечественная экологически опасная система обращения с отходами требует коренной организационно-технической и технологической реорганизации от преимущественного захоронения к эффективно действующей в мировой экономике ресурсосберегающей системе, основанной на применении энерго- и ресурсосберегающих, экологически безопасных, инновационных технологиях раздельного сбора, обработки, утилизации и обезвреживания всех типов отходов производства и потребления [11–15].

В рамках теоретических и прикладных исследований возникла острая необходимость в новых методах научного познания и изучения экологически безопасных ресурсосберегающих систем на транспорте, в строительстве, жилищно-коммунальном хозяйстве, имеющих прогнозно-оценочный характер, позволяющих значительно повысить качественный уровень обоснования решений на всех стадиях инвестиционного процесса и управления объектами недвижимости с точки зрения экологически безопасного обращения с отходами, максимально возможного вовлечения ценной ресурсной части отходов в хозяйственный оборот.

Цель работы — формирование научно-методических подходов к оценке экологически безопасного обращения с отходами, используемых в качестве вторичных материальных и энергетических ресурсов. Акцент в статье сделан на функционально взаимосвязанные и взаимозависимые сферы строительства, транспорта и коммунального хозяйства как основные жизнеобеспечивающие структуры городского хозяйства муниципальных образований и регионов.

Для реализации поставленной в научном исследовании цели подлежат разрешению следующие задачи:

- осуществить обобщение и сравнительный анализ аспектов состояния и тенденций развития действующей системы обращения с отходами и вторичных ресурсов с выявлением в ней сложившихся противоречий и последующей разработкой концептуальных научно обоснованных мер, мероприятий и алгоритмов повышения экологической безопасности и эффективности исследуемой системы;
- провести системный анализ экологической допустимости, технической возможности, эффективности использования ресурсного потенциала отходов в качестве вторичных ресурсов для их повторного применения при производстве продукции, работ, энергии;
- осуществить научное обоснование критериев, уровней и системы требований экологической безопасности на всех этапах обращения с вторичными ресурсами в целях минимизации образования отходов и максимального вовлечения их ресурсной составляющей в хозяйственный оборот;
- разработать научные принципы системного регулирования повторного использования отходов в виде вторичных материальных и энергетических ресурсов, сформировать концептуальные основы экологически безопасного обращения с ними.

Объектом исследования является организационно-техническая система, реализующая функциональное и структурное преобразование экологически опасных антропогенных объектов окружающей среды — отходов в востребованный безопасный товарный продукт — вторичное сырье для производства продукции, работ, энергии.

Предметом исследования выступает производственно-хозяйственная деятельность по обращению с отходами в рамках функционального взаимодействия организационно-технической системы обращения вторичных ресурсов, технологической инфраструктуры, реализующей вовлечение полезной ресурсной составляющей отходов в хозяйственный оборот с объектами строительства, транспорта и городского хозяйства, образующими экологически опасные твердые коммунальные, строительные и иные отходы.

Отличительная особенность представленного исследования заключается в разработке научных подходов, концептуальных теоретических основ создания и развития организационно-технической системы использования вторичных ресурсов как фактора обеспечения экологической безопасности населенных пунктов от воздействия хозяйственной деятельности транспортного, коммунального

и строительного комплексов, образующих опасные отходы; в развитии теоретических основ и методической базы организации экологически безопасной системы обращения полезной ресурсной составляющей отходов в качестве вторичных материальных и энергетических ресурсов.

В ходе исследования впервые сформировано концептуальное представление о сфере строительства и коммунального хозяйства не в виде объекта экологической опасности, а в качестве источника образования ценных вторичных ресурсов, комплексное использование которых вносит значительный вклад в обеспечение устойчивого развития населенных пунктов, строительного и коммунального комплекса.

Также впервые сформулировано концептуальное положение о представлении экологической безопасности в качестве характеристики системы «человек (антропогенный фактор) — отходы (антропогенный объект) — природная среда», отражающей состояние и взаимовлияние каждого из ее элементов по отношению к другому. Выдвинуто теоретическое положение о том, что экологическая безопасность населенных пунктов может быть достигнута путем технологической трансформации антропогенного объекта окружающей среды — опасных отходов — в категорию экологически безопасных вторичных ресурсов. На базе означенных концептуальных и теоретических положений сформулирована концепция обеспечения экологической безопасности системы «человек — природная среда» в конкретной предметной области обращения с отходами и вторичными ресурсами.

На основе указанной концепции научно обоснованы критерии, уровни и комплекс требований экологически безопасного обращения с отходами, разработаны инструментально-аналитические методы оценки уровня защищенности природной среды и населения от негативного воздействия хозяйственной деятельности строительного и коммунального комплексов, образующих опасные отходы.

В рамках предложенной методологии, основанной на системном анализе правоотношений в сфере обращения с отходами и вторичными ресурсами, в работе впервые реализован разноплановый комплекс методов научного исследования: математической статистики; теорий ограничений и ситуационного управления; предварительного анализа опасности (Process Hazards and Analysis — PHA); SWOT-анализа; адаптирован ряд известных научно-исследовательских методов для решения определенного класса научных задач нового направления предметной области, связанного с обращением ресурсной составляющей отходов.

Полученные теоретические результаты исследования могут стать концептуальной основой для дальнейшего изучения механизма и инструментов

обеспечения экологической безопасности в сфере транспорта, строительства и городского хозяйства от негативного воздействия выбросов и сбросов загрязняющих веществ, токсичных жидких отходов водопроводно-канализационного хозяйства.

Разработанные теоретические тезисы, актуализация существующей методологии исследований в области экологической безопасности и обращения с отходами, полученные результаты, выводы и предложения развивают и дополняют ряд аспектов и положений теории и концепции экологической безопасности природно-технических систем, устойчивого безопасного развития населенных пунктов, ресурсосбережения.

По результатам настоящего исследования создан теоретико-методологический инструментарий решения практических задач по формированию эффективной системы комплексного использования вторичными ресурсами на базе экологически безопасной системы и инфраструктуры городского хозяйства.

Рекомендации по созданию экологически безопасной системы обращения с отходами и вторичных ресурсов, критерии, уровни и система требований экологической безопасности представляют практический интерес для внедрения в отрасли строительства, транспорта, ЖКХ, на стадиях инвестиционного процесса, при актуализации региональных программ, территориальных схем в области обращения с отходами.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалами исследования послужили отечественные и зарубежные опубликованные работы по экологической безопасности и обращению с отходами в транспортном, строительном комплексах. Методы исследования базируются на системном анализе, а также впервые примененных автором для разрешения поставленной научной задачи современных исследовательских методах: SWOT-анализе и предварительного анализа опасности.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Теоретической базой исследования стало концептуальное положение о представлении экологической безопасности в качестве характеристики системы «человек (антропогенный фактор) — отходы (антропогенный объект) — природная среда», отражающей состояние и взаимовлияние каждого из элементов по отношению к другому.

В этом взаимозависимом циклическом процессе взаимодействие элементов системы экологической безопасности в коммуникационном и инсти-

туциональном поле выражает системное качество природной среды и жизнедеятельности людей. Исходя из выдвинутого концептуального положения в рамках предлагаемой методологии в работе поставлена для решения совокупность следующих взаимосвязанных задач:

- выявление факторов нарушения качества окружающей среды населенных пунктов в процессе деятельности транспортного, строительного комплексов, при которых не обеспечивается устойчивое функционирование естественных экологических систем, природных и природно-антропогенных объектов;
- научное обоснование критериев, уровней экологической безопасности как целевых показателей информационно-аналитической системы оценки, прогноза состояния защищенности окружающей среды от воздействия хозяйственной деятельности, образующего отходы;
- разработка научно-методических подходов к структурному преобразованию экологически опасного элемента подсистемы — опасных отходов в такой вид антропогенного объекта, который, во-первых, не оказывает негативного влияния на состояние экологической безопасности, а, во-вторых, имеет свойство товарной ценности, востребованности в экономическом цикле.

На базе концептуального положения, послужившего теоретической базой исследования, в работе предложен концептуальный подход, основанный на том, что с эколого-экономической точки зрения объект транспорта, строительства, может рассматриваться не в виде фактора негативного воздействия на окружающую среду, а в качестве источника получения безопасного востребованного вторичного сырья для дальнейшего вовлечения в производственный цикл изготовления продукции, производства работ или энергии. В этом случае уровни, показатели экологической безопасности

должны рассматриваться и оцениваться в комплексе с ресурсными, социально-экономическими, техническими и санитарными в рамках единой информационно-аналитической системы и определять: степень и состояние защищенности природной среды и жизненно важных интересов человека от возможного негативного воздействия хозяйственной деятельности; уровень устойчивого развития рассматриваемых сфер экономической деятельности на основе рационального использования и сохранения стратегического запаса природных ресурсов, экономии материалов и сырья, максимизации повторного использования ресурсного потенциала отходов. Схематически означенный концептуальный подход проиллюстрирован на рис. 1.

Представленный в исследовании методический подход явился результатом приложения методологии формирования структуры, организации, методов и средств обеспечения экологической безопасности к области деятельности по обращению с отходами и вторичных ресурсов. Методика обработки результатов исследования основывалась на поиске и адаптации информационно-аналитических, статистических, логических, математических, детерминированных и других научно-исследовательских методах, дающих возможность всесторонне, полноценно и обоснованно сформировать комплекс показателей, определяющих критерии, уровни, требования экологически безопасного обращения с отходами.

По результатам сравнительного анализа различных методических инструментов, научно-исследовательский метод «Предварительный анализ опасности» системы детерминированных качественных методов был выбран в качестве оптимального для решения поставленных в работе задач по следующим основаниям.

А. Оценка потенциально возможного уровня экологической опасности, в том числе необходи-

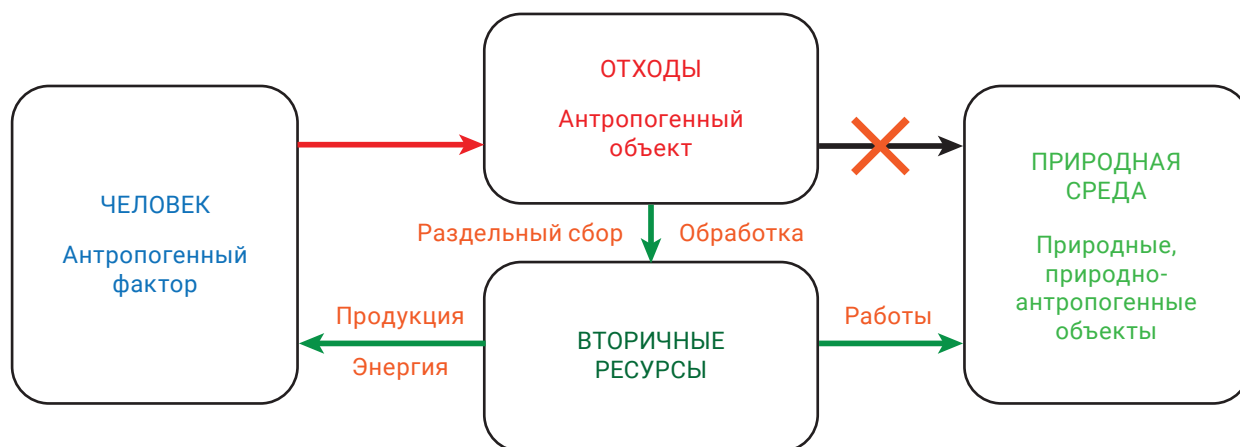


Рис. 1. Концепция обеспечения экологической безопасности системы «человек — природная среда» (рисунок автора)

мых мер предотвращения образования отходов и снижения их класса опасности, планируются на ранних стадиях инвестиционного процесса: в ходе формирования территориальных и отраслевых схем, в процессе разработки бизнес-проектов, предпроектной (оценка воздействия на окружающую среду) и проектной документации. Для данной оценки может применяться исследовательский метод, реализующий предварительный анализ опасности, а не уже наступившей. Указанный подход позволяет на ранних стадиях инвестиционного процесса планировать необходимые корректирующие действия и превентивные мероприятия по защите природной среды, обеспечивающие экологическую безопасность населенных пунктов от негативного воздействия опасных отходов.

Б. Методический инструмент применим при анализе природно-технических систем в части категорирования степени и выявления первостепенной опасности, что позволяет идентифицировать и сформировать уровни, критерии (показатели) оценки экологически безопасной деятельности.

В. Метод может быть использован при анализе экологической опасности не только в отношении техники и оборудования, но и обращающихся материальных средств (продукции, материалов, сырья, их остатков, отходов), процессов и объектов, а также для оценки видов и уровней экологической опасности всей цепочки обращения антропогенного объекта.

Г. Применение инструмента предварительного анализа опасности дает возможность на его базе комбинировать, дополнять процесс исследования другими методами, в частности, количественного анализа, прогнозной оценки.

При комбинировании указанных методов исследования вырабатывается перечень экологических опасностей и опасных ситуаций общего характера посредством анализа и оценки следующих факторов:

а) используемые сырье, материалы, образующиеся отходы, их уровень экологической опасности и опасные свойства;

б) применяемые установки, оборудование, техника;

в) территориальное расположение объекта производственно-хозяйственной деятельности;

г) подвергающиеся влиянию этой деятельности компоненты окружающей среды и характер воздействия на них, включая сферы контакта и взаимодействия между компонентами природно-технической системы (механическое, физическое, химическое или биологическое воздействие).

Адаптированный автором в рамках методологии исследования означенный метод категории индуктивных, выступил в виде методического инструмента системного анализа, основанного на

использовании передовых результатов научных исследований, достигнутого практического опыта в отношении оценки экологической опасности процесса обращения с отходами для выявления, прогнозирования возможных экологически опасных ситуаций и связанных с ними потенциально опасных событий, способных причинить экологический вред природной среде, установления взаимосвязанных факторов экологической опасности для различных ее компонентов.

Применяемый методический инструмент базируется на последовательной реализации взаимосвязанных этапов исследования:

- идентификации и классификации источников воздействия (работ, процессов) строительного и транспортного комплексов на окружающую среду в результате обращения с опасными отходами;
- идентификации, квалификации и классификации экологически опасных ситуаций для окружающей среды, ее объектов и компонентов, вызванных такого рода негативным воздействием;
- качественной оценки масштаба потенциально возможного вреда для компонентов природной среды и причинно-следственной связи между нарушением требований обращения с отходами и наступившими в результате этого нарушения опасными последствиями для окружающей среды;
- относительном ранжировании степени экологической опасности с использованием комбинации показателей уровня опасности, тяжести последствий при несоблюдении требований обращения с отходами;
- определении критериев экологически безопасного обращения с отходами в виде качественных и количественных ориентиров, целевых показателей предупреждения негативного воздействия и его опасных последствий;
- квалификации уровней экологической безопасности населенных пунктов в части оценки негативного воздействия обращения отходов;
- определении необходимых и достаточных корректирующих действий (организационно-технических мер), обеспечивающих экологическую безопасность населенных пунктов от негативного воздействия производственно-хозяйственной деятельности, образующей опасные отходы.

Применение данного метода в комплексе с системным анализом негативного воздействия производственной деятельности объектов транспорта и строительства на окружающую среду и природные ресурсы позволило на первом этапе выделить факторы экологической опасности отходов, категоризированные на ресурсные и антропогенные.

При формировании состава антропогенных факторов экологической опасности, связанных с негативным воздействием отходов на окружающую среду и ее компоненты, проведен ретроспективный анализ нормативных правовых актов, документов по стандартизации, методик и методических рекомендаций в области обращения с отходами, определения их классов опасности. По результатам данного анализа выявлены шесть показателей, характеризующих различные аспекты опасности отходов для окружающей среды. Вместе с тем, как показывает практика, оценки фактического негативного воздействия отходов и их опасных составляющих, такой состав показателей всесторонне полноценно не отражает исчерпывающий состав потенциально экологически опасных факторов воздействия на различные природные компоненты, исходя из широкого спектра опасных физико-химических свойств отходов. На основе проведенных исследований автором работы расширен и дополнен состав опасных антропогенных факторов, способствующих ухудшению качества окружающей среды в результате воздействия отходов, образующихся в процессе производственно-хозяйственной деятельности изучаемых объектов (табл. 1).

Расширенный состав опасных факторов дает возможность более полноценно и всесторонне подойти к обоснованию показателей экологически безопасного обращения с отходами, формированию превентивных мероприятий по предупреждению, локализации опасных факторов, а также экологического вреда и рисков, вызванных или связанных с ними.

С учетом природы возникновения указанных факторов экологической опасности, их целесообразно классифицировать на две группы:

А. Эмиссия загрязняющих веществ с поверхности отходов, их пылевых фракций или в результате полного или частичного разрушения структуры образующих отходы материалов, сырья механическим, физическим, химическим способами: в атмосферный воздух населенных пунктов, рабочей зоны; в водную среду; на почвенный покров.

Б. Непосредственное поступление в окружающую среду твердых остатков, частей, потерь, продуктов обработки продукции (крошка, опилки, стружка), а также упаковки, тары, реквизита, отработанных изделий, утративших потребительские свойства, вызывая механическое воздействие на земельные ресурсы и почвенный покров в виде механического загрязнения, захламления из-за несоблюдения экологических требований к обращению с отходами.

В процессе теоретико-логического анализа возможности интерпретации предложенной концептуальной схемы «человек (антропогенный фактор) — отходы (антропогенный объект) — природная среда» для вероятностно-количественной оценки характеристики экологически безопасно обращения с отходами, выведена математическая зависимость оценки экологического риска в результате нарушений требований в области обращения с отходами при осуществлении производственно-хозяйственной деятельности, создающих экологическую опасность для различных природных компонентов окружающей среды:

$$P = P_x \cdot P_y \cdot P_z \cdot P_o, \quad (1)$$

Табл. 1. Состав факторов экологической опасности отходов

Нормативно определенные опасные свойства для окружающей среды	Предлагаемый по результатам исследования дополнительный состав экологически опасных факторов воздействия на окружающую среду, не регламентированных в нормативно-технической документации
X_1 — токсичность; X_2 — реакционная способность; X_3 — пожароопасность; X_4 — взрывоопасность; X_5 — содержание возбудителей инфекционных заболеваний; X_6 — радиоактивность	Y_1 — способность к самодеструкции под воздействием внешних физических факторов (давления, влажности, температуры, частотного излучения (вибрации, ультразвукового, инфракрасного, ультрафиолетового) с образованием опасных соединений, элементов, веществ; Y_2 — способность к выделению аэрозоля твердых частиц пыли в воздушную среду (распылению) под воздействием природных (ветер) и антропогенных механических факторов (ручная или механизированная уборка, очистка сжатым воздухом, обработка материалов, изделий); Y_3 — способность эмиссии газообразных загрязняющих веществ с поверхности отхода (летучесть) при воздействии различных физических факторов (температуры, влажности, частотных излучений); Y_4 — адсорбирующая (поглощающая), абсорбирующая (впитывающая) способность компонентов отходов с образованием новых опасных соединений или повышением степени экологической опасности образующегося антропогенного продукта; Y_5 — способность эффекта суммации — комбинированного воздействия различных соединений, выделяющихся с поверхности отходов или их составных частей, элементов между собой и с химическими компонентами окружающей среды с образованием опасных веществ; Y_6 — способность к выделению высокоопасных и чрезвычайно опасных соединений при термическом воздействии (сжигании); Y_7 — способность к выделению опасных соединений в водную среду, почвы, атмосферный воздух, растительность в процессе различных фаз разложения (гидролизной, ацетогенной (кислой), метаногенной) при размещении в природной среде (навалы, свалки, полигоны ТКО)

где P_x — вероятность нарушения требований в области обращения с отходами, обладающих опасными свойствами (действия или бездействия), совершенного работающим с косвенным умыслом (неосторожности: самонадеянности, небрежности или легкомыслию); P_y — вероятность проявления негативного (опасного) воздействия отходов или их составляющих загрязняющих веществ на окружающую среду и ее компоненты, возникающего в ходе совершения этого правонарушения; P_z — вероятность реализации (материализации) опасного воздействия для окружающей среды (механического, физического, химического, биологического, комплексного (смешанного)) в виде загрязнения, захламления, засорения в результате этого правонарушения; P_o — вероятность наступления экологически опасных последствий в виде отрицательных изменений в окружающей среде в результате ее загрязнения, повлекших за собой деградацию естественных экологических систем, истощение, уничтожение природных ресурсов и объектов в результате данного негативного воздействия, квалифицируемых как экологический вред (в форме экономического ущерба) в системе с причинно-следственной связью с совершенным экологическим правонарушением.

Графически процесс образования и поэтапного формирования экологической опасности в результате нарушений требований обращения с отходами, связанных с ними экологических рисков, угроз и результирующего потенциального экологического вреда, иллюстрирован на рисунке в виде иерархического дерева уровней опасности (рис. 2).

В ходе практической реализации указанного метода исследования определены функции, структура производственно-технологических систем и процессов функционирования объектов рассматриваемых сфер экономической деятельности, являющихся источником экологической опасности в результате несоблюдения требований обращения с отходами. Структурно они дифференцированы на функциональные подсистемы:

А. Хозяйственно-обеспечивающая: хранение, погрузка, разгрузка, расфасовка, растаривание, перегрузка, подготовка, приготовление, перемещение, доработка, комплектация материалов, сырья, конструкций;

Б. Производственно-технологическая: строительство, реконструкция, капитальный и текущий ремонт, содержание, ликвидация (снос);

В. Перерабатывающая: отдельный сбор, временное накопление, транспортирование, обработка, утилизация и обезвреживание.

На основе комбинирования полученных результатов исследования, в рамках метода предварительного анализа экологической опасности, предложен методический инструмент оценки параметров экологической безопасности населенных пунктов, адаптированный к условиям ведения рассматриваемых сфер деятельности. В соответствии с ним качественные и количественные показатели экологической безопасности, сгруппированные на природоохранные и ресурсосберегающие, оцениваются по видам негативного воздействия на различные компоненты природной среды на различных этапах производственно-хозяйственной деятельности в качестве многоуровневой модели или организационно-функциональной схемы.

Сформированная по нормативно-регулятивному принципу «запрещение-соблюдение — достижение» структурно-функциональная многоуровневая схема взаимосвязанных качественных показателей экологически безопасного обращения с отходами показана на рис. 3.

Разработанная автором организационно-функциональная схема критериев оценки уровня обеспечения экологической безопасности может быть принята за основу при формировании сбалансированных организационно-технических и регулятивно-управленческих решений в области обеспечения экологически безопасного обращения с отходами на всех стадиях инвестиционного процесса, учета и мониторинга экологически безопасного осуществления производственно-хозяйственной

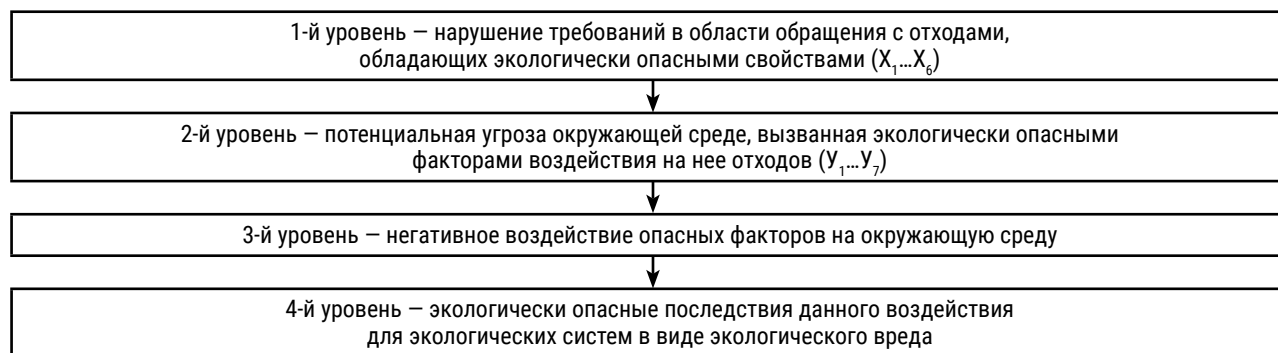


Рис. 2. Иерархическое дерево формирования экологической опасности от нарушения требований при обращении с отходами (рисунок автора)

Размещение площадок сбора и накопления отходов в водоохраных зонах, на водосборных площадях поверхностных и подземных водных объектов	Хранение сыпучих и летучих материалов, веществ, отходов в открытом виде (навалом) в помещениях, на строительных площадках без применения защитных средств пылеподавления, проведение работ без навесных декоративно-сетчатых ограждений для предотвращения попадания твердых частиц пыли в природную среду, организм человека	Выброс пылящих, сыпучих материалов и отходов с этажей строящихся или ремонтируемых объектов	Сброс отходов производства и потребления на водосборные площади, в водные объекты, на почву	Нарушение правил перевозки отходов в виде опасных грузов, приводящее к загрязнению окружающей среды
Поступление загрязненного ливневого стока с площадок накопления отходов в общегородскую систему дождевой канализации без очистки	Площадки временного складирования сырья, накопления отходов обвалованы, оборудованы противофильтрационным экраном, защитной гидроизоляцией, обособленной сетью ливневых сточных вод с автономными очистными сооружениями	Загрузка и выгрузка пылящих, сыпучих материалов проводится по закрытым коммуникациям. Для их спуска используются специальные приспособления типа секционных мусоросбросов и мусоропроводов	Соблюдены требования по предупреждению аварий, разработаны планы мероприятий по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций техногенного характера, связанных с обращением отходов	Перевозка сыпучих материалов в специальных транспортных средствах: бетоно-, цементовозах. Автотранспорт оборудован съемными тентами либо используются клеевые затвердители, предотвращающие унос пылящих веществ с поверхности сыпучих материалов при перевозке
Размещение и обезвреживание на территориях организаций и населенных пунктах, загрязняющих атмосферный воздух отходов, сжигание таких отходов без специальных установок	Неутилизируемые опасные отходы направляются на обезвреживание объектов термического обезвреживания токсичных отходов	Процесс обращения с отходами не приводит к нарушению нормативов качества компонентов природной среды: ПДК загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, водных объектах, почве	Процессы обращения с отходами не приводят к механическому, физическому, химическому, биологическому загрязнению окружающей среды	Очистка помещений от пылевых отходов, оборудования, вентиляционных систем, бункеров, строительных конструкций от пыли скапывающим воздухом
Складирование, сбор, временное накопление, размещение отходов производства и потребления за пределами строительной площадки, контейнерной площадки, промышленной площадки, сноса строений, сооружений	Осуществлена рекультивация земель, благоустройство территории после окончания работ по строительству, реконструкции, ремонту, ликвидации объектов недвижимости	Реализуется рациональное использование земель при временном складировании строительных материалов, конструкций, сырья, сборе и накоплении отходов	Применяются, внедрены, реализованы ресурсосберегающие, мало-, безотходные технологии по разделению, накоплению, предварительной обработке отходов, обеспечению максимального использования исходных сырья, материалов, предотвращению, сокращению образования отходов и снижению их класса опасности в источниках образования, охраны окружающей среды	Хранение сыпучих материалов, отходов осуществляется в надежно закрытых контейнерах, емкостях, с комплексом мер по предупреждению распыления в процессе погрузки и выгрузки, подачи, перемещения
	Соблюдаются нормы снятия и правила складирования плодородного слоя почвы	Соблюдаются мероприятия по минимизации занятии земельных участков под размещение площадок сбора, накопления отходов, временного складирования материалов, сырья, конструкций, оптимизации размещения таких объектов	Предусмотрены места (площадки) для раздельного сбора отходов, образующихся в процессе строительства, реконструкции, капитального ремонта зданий, сооружений	Обеспечивается своевременный вывоз отходов с соответствующей территории объекта на специализированные места складирования таких отходов, на другие объекты хозяйственной деятельности, использующие отходы в качестве сырья
Загрязнение земель химическими веществами, отходами производства и потребления	Нарушение правил сбора, временного накопления, транспортирования отходов: несоблюдение периодичности вывоза на обработку накопленных отходов, способствующее превышению количества накопления различных видов отходов в контейнерах (емкостях), их переполнение, захлывание и загрязнение площадок сбора и накопления отходов			

Рис. 3. Структурная многоуровневая схема формирования качественных показателей экологически безопасного обращения с отходами (рисунок автора)

деятельности объектов транспортного и строительного комплексов.

На основе интеграции показателей экологической безопасности с применением научно-исследовательских методов дифференциации, идентификации, аналогии, обобщения, квалификации, экспозиции, композиции, в работе впервые сформирована и классифицирована система уровней экологической безопасности населенных пунктов, определяющая уровни защищенности природной среды и жизненно важных интересов человека от возможного негативного воздействия хозяйственной деятельности, образующей отходы (рис. 4).

Комплексное изучение технической возможности применения ресурсного потенциала рассматриваемых отходов осуществлено автором работы с использованием SWOT-анализа. Выбор методического инструмента обусловлен возможностями означенного метода осуществлять консолидацию информации о внутренней и внешней среде предмета исследования — производственно-хозяйственной деятельности как источника образования опасных отходов для последующей

всесторонней многоплановой и многофакторной оценки вариантов определения стратегических и тактических целей исследования в части функционального и структурного преобразования экологически опасного антропогенного объекта — отходов в полезный безопасный товарный продукт — вторичное сырье, востребованное в хозяйственном обороте для производства продукции, работ, энергии.

Применяемая методика исследования в рамках поставленных задач позволила обоснованно перейти от ранжирования и фиксации балльных оценок отдельных факторов к выбору наиболее существенных из всего множества различных по природе возникновения факторов в их взаимосвязи и взаимозависимости с учетом системного анализа важнейших аспектов производственно-хозяйственной деятельности (в сфере обращения с отходами), включая сильные, слабые стороны, угрозы, возможности.

В соответствии с установленной методикой SWOT-анализа исследование проводилось в 6 последовательных взаимосвязанных этапов.

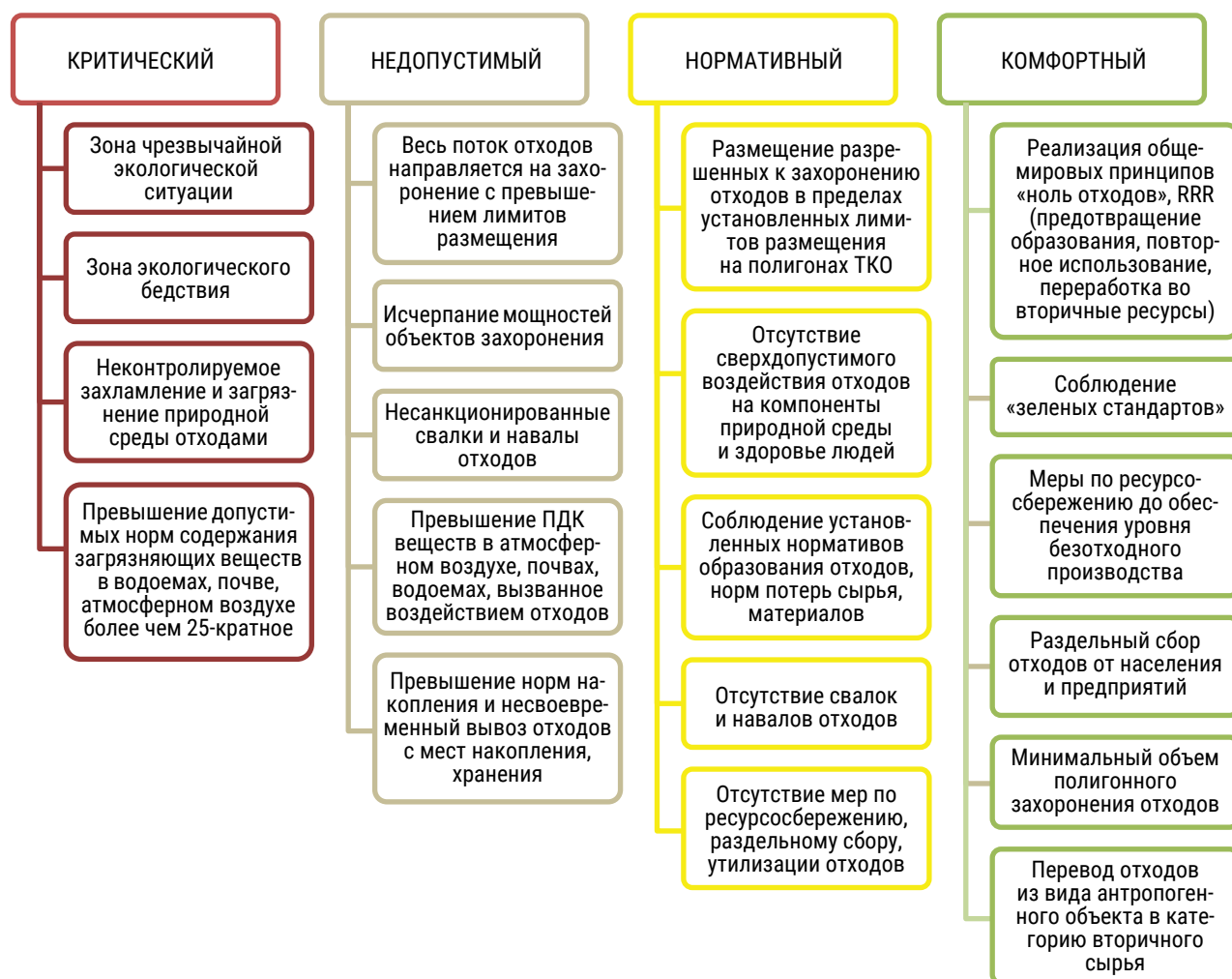


Рис. 4. Уровни экологической безопасности населенных пунктов (рисунок автора)

Этап 1. Анализ внешней среды. На данном этапе осуществлялся анализ двух относительно самостоятельных подсистем: макроокружения (общих условий среды) и непосредственного окружения. При оценке общих условий окружающей среды рассматривалось и анализировалось взаимодействие всего комплекса городского хозяйства муниципального образования в качестве внешней системы и обращения с отходами в виде внутренней. Первостепенное внимание уделялось анализу сложившихся противоречий в ходе функционирования действующей системы обращения с отходами, факторов и путей повышения ее эффективности и экологической безопасности на базе результатов проведенных исследований. В качестве оценки системы непосредственного окружения, позволяющей реализовывать ресурсосберегающие мероприятия, определены комплекс системных организационно-технических мер и технологической инфраструктуры, предоставляющих возможность обеспечить раздельный сбор, временное накопление, обработку и использование вторичных ресурсов, состав нормативных требований к вторичным ресурсам, позволяющий использовать их в качестве вторичного сырья.

Этап 2. Анализ внутренней среды. На данном этапе проводился анализ различных аспектов внутренней среды системы: источников образования отходов; этапов их обращения и экологических требований на всех этапах; состава, характеристик отходов, наличия ресурсной составляющей; полезных свойств и качественных характеристик ресурсной составляющей для использования в качестве вторичного сырья. На данном этапе использовались разработанные автором классификации отходов, а также категорий вторичных ресурсов (рис. 5).

Полученные на первых двух этапах информационные данные послужили основой для определения и квалификации сильных и слабых сторон системы, потенциальных возможностей и угроз.

Этап 3. Формулирование сильных и слабых сторон системы.

Этап 4. Формулирование возможностей и угроз. На данном этапе из всего списка возможностей и угроз выбирались доминантные, касающиеся обеспечения экологической безопасности.

Этап 5. Сопоставление сильных, слабых сторон с возможностями и угрозами.

По результатам первых пяти шагов с применением дополнительных методов исследования в виде стратификации, дифференциации, классификации, систематизации, экспозиции, структурно-параметрического синтеза и анализа внешней и внутренней информации, характеризующей систему, построена начальная (исходная) матрица SWOT-анализа (табл. 2).

Этап 6. Формирование основных механизмов создания и перспективного развития системы использования вторичных ресурсов, обеспечивающих экологическую безопасность населенных пунктов и одновременно устойчивое развитие рассматриваемых отраслей экономики.

Системному анализу подвергались четыре группы парных показателей, характеризующих основные направления и механизмы реализации поставленных в исследовании задач, соответствующих определенным стратегиям поведения изучаемой многофакторной системы:

А. Силы и возможности ($S — O$), базирующиеся на сильных сторонах механизма комплексного использования вторичных ресурсов с целью извлечения преимуществ из новых возможностей — устойчивого развития рассматриваемых отраслей экономики на основе ресурсосбережения, снижения материалоемкости производства и экономических резервов вовлечения вторичных ресурсов в хозяйственный оборот, проявляющихся во внешней окружающей среде системы с учетом стремления к одновременной максимизации как сил, так и возможностей.

Б. Силы и угрозы ($S — T$), основывающиеся на максимальном развитии сильных сторон системы с целью противостояния, минимизации угроз экологической опасности: использовании полезных свойств и качественных характеристик ресурсной составляющей для переработки во вторичное сырье, предотвращая при этом, в случае непринятия мер по обработке и утилизации, возможное негативное воздействие отходов при попадании в окружающую среду посредством размещения на полигонах и свалках, несанкционированного сжигания, загрязнения и захламления территорий. В качестве наглядного примера рассматривается использование опасного свойства значительной группы отходов: пожароопасности при его преобразовании в полезную характеристику вторичных энергетических ресурсов — горючесть и теплотворную способность ($S_{11} — T_3$) для выработки тепловой энергии, используемой для нужд городского хозяйства. Таким образом, реализуется способность механизма использования вторичных ресурсов обеспечить экологическую безопасность населенных пунктов муниципальных образований за счет предотвращения, минимизации негативного воздействия обладающих опасными свойствами отходов, на компоненты природной среды в результате структурной и функциональной трансформации опасного антропогенного объекта окружающей среды (отходов) в обладающие полезными свойствами вторичные ресурсы, формируя тем самым возможность их применения в качестве вторичного сырья: «отходы» — «вторичные ресурсы» — «вторичное сырье».

КАТЕГОРИИ ВТОРИЧНЫХ РЕСУРСОВ							
Минералы «М»	Бумажно-картонные «Б»	Текстильные натуральные «Т»	Древесные «Д»	Древесно-бумажные полимерные «ДБП»	Полимерные «П»	Металлические «МЕТ»	Смешанные загрязненные энергетические «С»
Отходы строительства, реконструкции, ремонта, ликвидации (сноса), содержания объектов недвижимости							
Бетон, железобетон	Упаковочная бумага загрязненная	Веревочно-канатные изделия из натуральных волокон незагрязненные	Древесные кусковые, обрезь натуральной чистой древесины	Фанера, содержащая связующие смолы	Линолеум поливинилхлоридный, глиталевый, резиновый (релин)	Черные металлы в виде изделий, кусков, стружки, опилок	Мусор строительный несортированный
Бой кирпича, лом кирпичной кладки	Упаковочный картон загрязненный	Спецодежда из х/б и смешанных волокон, утратившая потребительские свойства, незагрязненная	Пыль древесная от шлифовки, стружка, опилки натуральной чистой древесины	Древесно-стружечные, древесноволокнистые плиты	Полиэтилен, ПВХ, полипропилен, полистирол, поликарбонат в виде тары, труб, плитки, пленки, обрезков	Цветные металлы в виде изделий, кусков: меди, свинца, цинка, олова, алюминия	Кровельные и изоляционные материалы в смеси при ремонте кровли зданий
Затвердевший раствор, цемент							
Песок, гравий, щебень загрязненные	Упаковочный гофрокартон загрязненный	Использованная спецодежда из натуральных волокон, пригодная для изготовления ветоши	Древесные при демонтаже временных дорожных покрытий	Пленко-синтетический картон	Твердые и жидкие остатки клеев, рас творителей, ЛКМ на полимерной основе	Фольга из алюминия	Смет с территории предприятия
Гипс, гипсокартон, гипсобетон	Потребление обойной, пачечной и других видов бумаги	Прочие изделия из натуральных волокон, пригодные для изготовления ветоши	Опалубка деревянная, загрязненная бетоном	Рубероид, пергамин, толи	Пенопласт. Жесткий пенополиуретан. Полиуретановая пленка, пена	Лом алюминиевых банок из-под напитков	Мусор и смет производственных помещений
Асбестосодержащие	Использованные учетные книги, каталоги, брошюры, проспекты, пр. печатная продукция	Обрезки, обрывки льняных, х/б, шерстяных и прочих смешанных натуральных тканей	Древесные от сноса и разборки зданий	Декоративный бумажно-древесно-слоистый пластик	Резинотехнические изделия, резина, в том числе обувь, одежда, плитка, шланги, трубки, прокладки	ОЗЭО (металлическая состав-ляющая ОЗЭО (металлическая составляющая)	Спецодежда, перчатки, обтирочный материал, ветошь отработанные загрязненные
Стекланный бой	Бумажные этикетки	Подушки, матрасы, одеяла из натуральных волокон, утратившие потребительские свойства	Корчевание пней, щепы, коры	Асбокартон, асбестовая бумага	Стекловолокно, стеклопластик, стеклоизол, текстилит, стеклоткань	Стальная сварочная проволока и электроды	Тара, упаковка, инструменты отработанные загрязненные
Штукатурка, известь мела	Бумаги и картон от канцелярской деятельности и делопроизводства	Обрезь валяльно-войлочной продукции	Сучья, ветви, зеленъ древесная	Бумага, бумажные мешки, обои с полимерным покрытием. Бумажная клеевая лента	Битум нефтяной, битумный, битумно-полимерная изоляция	Железобетон (металлическая составляющая)	Мусор от офисных и бытовых помещений организаций, относящийся к ТКО

Рис. 5. Блок-схема формирования категорий вторичных ресурсов из твердых отходов строительства, транспорта и коммунального хозяйства (рисунок автора)

Табл. 2. Начальная (исходная) матрица SWOT-анализа

Сильные стороны S (Strengths)	Слабые стороны W (Weaknesses)
Полезные свойства и качественные характеристики ресурсной составляющей для использования в качестве вторичного сырья: S_1 – насыпная плотность; S_2 – дисперсность (удельная поверхность); S_3 – прочность на сжатие; S_4 – теплопроводность; S_5 – влажность; S_6 – водопоглощение; S_7 – пористость; S_8 – истираемость; S_9 – размер частиц; S_{10} – морозостойкость; S_{11} – горючесть и теплоотворная способность	W_1 – экономическая нецелесообразность и экологическая недопустимость повторного применения ресурсной составляющей в качестве вторичного сырья в силу низкого уровня качества, технико-эксплуатационных свойств и несоответствия требованиям санитарно-гигиенической безопасности; W_{11} – высокий уровень влажности; W_{12} – загрязненность металлическими примесями; W_{13} – загрязненность минеральными частицами (грунт, глина, стекло); W_{14} – загрязненность опасными органическими, неорганическими соединениями, нефтепродуктами; W_{15} – загрязненность полимерными, древесно-полимерными частицами; W_{16} – несоответствие по органолептическим показателям: цвет, запах; W_{17} – несоответствие по бактериологическим показателям; W_{18} – несоответствие по радиационным показателям; W_2 – низкий уровень спроса на вторичное сырье в регионе; W_3 – неразвитость инфраструктуры по раздельному сбору, обработке, комплексному использованию вторичных ресурсов; W_4 – отсутствие классификаторов, каталогов вторичных ресурсов, документов по стандартизации на вторичное сырье; W_5 – отсутствие государственной, отраслевой поддержки выпуска продукции, производства работ, энергии с использованием вторичных ресурсов
Возможности O (Opportunities)	Угрозы T (Threats)
Повторное применение извлеченных из отходов полезных компонентов для производства продукции, работ, энергии в отраслях экономики: O_1 – промышленное, гражданское и транспортное строительство; O_{12} – заполнители для бетонов; O_{13} – вяжущие и добавки для изготовления цемента, сухих смесей; O_{14} – щебень и песок для дорожного строительства; O_{15} – древесные отделочные материалы; O_{16} – теплоизоляционные изделия (минеральное, текстильное, бумажное, древесное сырье); O_{17} – кровельные материалы (минеральное, полимерное сырье); O_{17} – гидроизоляционные изделия (дробленое полимерное сырье); O_2 – благоустройство и ЖКХ: O_{21} – смеси для технической рекультивации и благоустройства территорий; O_{22} – древесное топливо; O_{23} – покрытия, плитки, дорожки (полимерное, минеральное сырье); O_3 – теплоэнергетика (получение тепловой энергии из ВЭР); O_4 – металлургическая промышленность (лом черных и цветных металлов); O_5 – бумажно-целлюлозная (макулатура); O_9 – стекольное производство (стеклобой)	Экологически опасные свойства для окружающей среды – потенциальный источник экологических рисков, вреда: T_1 – токсичность; T_2 – реакционная способность; T_3 – пожароопасность; T_4 – взрывоопасность; T_5 – содержание возбудителей инфекционных заболеваний; T_6 – радиоактивность

Табл. 3. Формулирование стратегий (механизмов) на базе SWOT-матрицы

Стратегии, использующие сильные стороны системы в целях реализации возможностей внешней среды (силы и возможности — поле S — O)	Стратегии, использующие возможности внешней среды для минимизации влияния слабых сторон системы (слабые стороны и возможности — поле W — O)
Развитие возможностей на основе имеющихся сильных сторон может быть обеспечено в результате: • расширения имеющегося потенциала и максимально возможного использования полезной ресурсной составляющей отходов для выпуска различных видов продукции, производства работ, энергии; • формирования отраслевой комплексной системы обращения вторичных ресурсов на базе предприятий строительного, транспортного комплекса; • организации и развития межотраслевого, межведомственного и межсубъектного взаимодействия по организации региональной (муниципальной) системы комплексного использования вторичных ресурсов, товарных рынков вторичного сырья	Минимизация слабых сторон для расширения возможностей вовлечения вторичных ресурсов в хозяйственный оборот достигается в результате: • максимально возможного использования материалов и сырья, минимизации снижения технологических потерь, остатков, брака; • достижения высокого уровня сборки, детализации строительных конструкций, моделирования оптимального раскроя материалов с минимальными потерями; • разработки и утверждения регламентов обращения с вторичными ресурсами; • формирования отраслевой системы классификаторов, каталогов, отраслевых стандартов качества вторичного сырья и видов продукции, работ с его применением; • предварительной простейшей ручной обработки раздельно собранных вторичных ресурсов (разборки и сортировки по видам, цвету, типоразмерам, грубой очистки от минеральных, пылевых и металлических примесей, удалению этикеток, пакетированию и пр.) в источниках образования в целях повышения их качества; • отдельного сбора и обеспечения сохранности всех видов незагрязненной тары и упаковки, сменных оборотных устройств, временных дорожных и пешеходных деревянных покрытий, лесов, опалубки; • обеспечения предельного уровня влажности временно накапливаемых вторичных ресурсов не более 15 %; • обеспечения отсутствия в составе вторичных ресурсов посторонних загрязнений, включений, позволяющих их дальнейшее применение в качестве вторичного сырья; • организации выпуска продукции и производства работ с применением собственного вторичного сырья из обработанных вторичных ресурсов; обработки вторичных ресурсов до уровня сырья с дальнейшей реализацией
Стратегии, использующие сильные стороны системы в целях минимизации угроз внешней среды (сильные стороны и угрозы — поле S — T)	Стратегии, минимизирующие слабые стороны и позволяющие избежать угроз внешней среды (слабые стороны и угрозы — поле W — T)
Сильные стороны, способные предотвратить, ослабить угрозы экологической опасности: • подавляющее количество рассматриваемых отходов имеют невысокий класс опасности (малоопасные и практически неопасные), позволяющий экологически допустимое повторное применение их ресурсной составляющей; • широкий спектр полезных свойств и характеристик вторичных ресурсов, извлекаемых в ходе обработки из означенных видов отходов, несмотря на наличие у них опасных свойств; • наличие технической возможности в ходе раздельного сбора и обработки таких отходов минимизировать опасные свойства отходов, одновременно обеспечив высокий уровень извлечения широкого спектра полезных вторичных ресурсов; • высокий уровень востребованности различных категорий ресурсной составляющей данных отходов: вторичных материальных и энергетических ресурсов; • несмотря на значительные объемы образования, отходы строительства, транспорта и коммунального хозяйства — основной источник получения вторичного сырья для производства дорожных, рекультивационных работ, работ по благоустройству	Минимизация слабых сторон, позволяющая одновременно избежать угроз проявления опасных свойств отходов и их последствий в виде экологического риска, вреда окружающей среде реализуется посредством: • организации раздельного сбора вторичных ресурсов по категориям: «М», «Д», «Б», «ДБП», «МЕТ», «Т», «С» непосредственно в источниках образования; • технологических процессов, участков, временного накопления в специальных контейнерах с соблюдением нормативов накопления, периодичности передачи на обработку, в соответствии с санитарно-гигиеническими, противопожарными нормами, экологическими требованиями по предотвращению негативного воздействия на окружающую среду; • раздельного сбора и временного накопления ряда групп вторичных ресурсов (категорий «Д», «МЕТ», «М») различных размеров: кусковых, крошки, стружки, опилок, пыли; • оборудования участков механической обработки и доработки металлических, деревянных, полимерных изделий, обращения с сыпучими, пылящими материалами, установками аспирации и пылеулавливания; • аспирации и/или закрытых систем выгрузки, перегрузки, перемещения сыпучих видов минерального сырья, материалов на участках складирования, хранения, работы дозирочного, размольного, смесительного оборудования; минимизации числа промежуточных участков и мест перегрузок сыпучих сырья и материалов; • изменения размеров пылевидных и мелкодисперсных отходов посредством укрупнения с целью снижения класса опасности до практически неопасного с применением технологий прессования, брикетирования и дальнейшим использованием в качестве вторичных ресурсов; • выделения и временного накопления ресурсной составляющей не утилизируемых отходов вторичных энергетических ресурсов категорий: «ДБП», «П», «С», обладающих свойством горючести, в изолированных от атмосферных осадков контейнерах под крупногабаритный мусор (КГМ) на специальных изолированных площадках с соблюдением санитарно-гигиенических, экологических и противопожарных требований; • выделения и временного накопления ресурсной составляющей не утилизируемых незагрязненных отходов — вторичных энергетических ресурсов категорий: «Д», «Т», «Б», обладающих свойством горючести, в изолированных от атмосферных осадков контейнерах под КГМ на специальных изолированных площадках с соблюдением требований действующего законодательства; • нейтрализации кислотно-щелочных отходов до неопасного состояния pH = 6,5–8,5 переводом в малотоксичные соли; • входного контроля уровня радиоактивности материалов и сырья; • источников образования вторичных ресурсов

В. Слабости и возможности (W — O), реализующие минимизацию слабых сторон системы с целью извлечения преимуществ из внешних возможностей: в виде комплекса организационно-технических мероприятий, внедрения ресурсосберегающих технологий на производстве или в процессе потребления, направленных на повышение уровня извлечения ресурсной составляющей из отходов, максимизацию вовлечения вторичных ресурсов в хозяйственный оборот с получением экономических и иных выгод от реализации данного процесса.

Г. Слабости и угрозы (W — T), направленные на минимизацию как слабых сторон системы, так и угроз, проявляющихся в ее внешнем окружении: снижении класса опасности отходов в источниках образования, повышения уровня безопасности и качества вторичных ресурсов с целью обеспечения технической возможности, экологической допустимости и экономической целесообразности их использования в качестве вторичного сырья.

Важной особенностью формирования стратегии системы становится возможность многовариантного задействования множества сильных и слабых сторон, потенциальных возможностей и угроз внешней среды.

Формулирование стратегий на базе результирующей SWOT-матрицы по результатам алгоритма исследования представлено в табл. 3.

Результаты проведенного SWOT-анализа, направленного на формирование обобщенного информационного резерва и банка данных в сфере рационального, оптимального использования ресурсного потенциала отходов, становятся информационно-аналитической базой для принятия эффективных организационно-технических и технологических решений на различных стадиях инвестиционного процесса в качестве ответной реакции субъекта хозяйственной деятельности на актуальные вызовы внешней среды, связанные с необходимостью экономики природных ресурсов и обеспечения экологической безопасности населенных пунктов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ

На основе разработанных показателей, уровней экологической безопасности в процессе строительства и городского хозяйства предложены практические меры по совершенствованию системы требований экологической безопасности в источниках образования: исключение и минимизация потерь материалов и сырья на всех этапах работ; организация раздельного сбора и накопления; соблюдение норм накопления отходов, своевременного вывоза на обработку; предварительная обработка (разборка, сортировка, сепарация,

очистка) отходов, обеспечивающая снижение их класса опасности и выделение вторичного сырья, годного для повторного использования; применение пылеулавливающего оборудования в системе с устройствами прессования пылевых чрезвычайно, высоко, умеренно опасных отходов с целью снижения их класса опасности до малоопасного и/или практически неопасного и ряд других.

Полученные научно-практические результаты свидетельствуют о том, что адаптированный автором в рамках разработанной методологии исследовательский метод «Предварительный анализ опасности», может эффективно применяться на предпроектной и проектной стадии инвестиционного процесса, на этапах оценки воздействия объектов на окружающую среду — в целях комплексной оценки уровня защищенности природной среды и жизнедеятельности людей от негативного воздействия рассматриваемых видов экономической деятельности.

Представленная в работе комплексная аналитическая система показателей, уровней, методов обеспечения экологической безопасности, по сути, определяет концептуальные направления формирования экологически безопасной системы обращения с вторичными ресурсами, реализующей:

- значительную степень защищенности природной среды, работающих, населения от негативного воздействия опасных факторов хозяйственной деятельности путем предотвращения и минимизации образования непосредственно самих опасных факторов на каждом из этапов и технологических процессов проведения работ;
- трансформацию образующихся остатков, потерь в виде отходов — в категорию «вторичные ресурсы», обеспечивая тем самым возможность и высокий уровень вовлечения раздельно собранных в источнике образования и обработанных вторичных ресурсов в хозяйственный оборот;
- обеспечение перевода производственных процессов в категорию «малоотходные» с показателем потерь материалов, сырья — до 1,5 %.

Сформированные показатели, уровни экологической безопасности имеют большое практическое значение и могут эффективно применяться:

- при организации системы ведомственного (производственного) контроля в области обращения с отходами;
- в ходе разработки разделов оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС) на предпроектной стадии инвестиционного процесса;
- в процессе разработки экологических разделов проектной документации на строительство, реконструкцию, ремонт объектов;
- в качестве индикаторов экологической оценки территорий регионов и муниципальных образований в ходе разработки территориальных

- схем и региональных программ в области обращения с отходами;
- в виде базовых целевых показателей стратегий, концепций комплексного использования вторичных ресурсов в разрезе отраслей и регионов;

- в качестве критериев оценки состояния деятельности в области обращения с отходами и вторичными ресурсами в субъектах Российской Федерации и муниципальных образованиях, в транспортных, строительных организациях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Калужный Б.О. Экономика замкнутого цикла — новая парадигма // Твердые бытовые отходы. 2018. № 4 (142). С. 8–10.
2. Богомолова И.П., Кривенко Е.И., Стряпчих Е.С. Обеспечение экономической безопасности государства на основе управления ресурсосбережением // ФЭС: Финансы. Экономика. 2018. Т. 15. № 5. С. 16–23.
3. Волюнкина Е.П. Анализ состояния и проблем переработки техногенных отходов в России // Вестник Сибирского государственного индустриального университета. 2017. № 2 (20). С. 43–49.
4. Исаков В.М., Цховребов Э.С. Правовые основы охраны окружающей среды: монография. М.: МОФ МосУ МВД России, 2004. 100 с.
5. Вайсман Я.И., Тагилова О.А., Садохина Е.Л. Разработка методологических принципов создания и оптимизации учета движения отходов с целью повышения эколого-экономико-социальной эффективности управления их обращением // Экология и промышленность России. 2013. № 12. С. 40–45.
6. Сагитов Р.Ф., Антимонов С.В., Ганин Е.В., Иванова Ю.С., Федоров Е.А. Пути рационального решения проблемы переработки промышленных отходов в РФ // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2015. № 2 (52). С. 246–248.
7. Шубов Л.Я., Ставровский М.Е., Шехирев Д.В. Технология отходов мегаполиса. Технологические процессы в сервисе. М.: Известия, 2002. 376 с.
8. Трапезников С.И. ВМР — это не отходы // Твердые бытовые отходы. 2019. № 1 (151). С. 53–55.
9. Величко Е.Г., Цховребов Э.С. Экологическая безопасность строительных материалов: основные исторические этапы // Вестник МГСУ. 2017. Т. 12. № 1 (100). С. 26–35. DOI: 10.22227/1997-0935.2017.1.26-35
10. Куприн Р.Г., Цховребов Э.С., Ниязгулов У.Д. Правовое обеспечение и экономическое регулирование обращения с отходами и вторичными ресурсами // Качество. Инновации. Образование. 2018. № 2 (153). С. 62–70.
11. Носко П.А. Тенденции развития экономики замкнутого цикла в Европейском союзе // Отходы и ресурсы. 2019. Т. 6. № 1. С. 4. DOI: 10.15862/04ECOR119
12. Murray R. Zero waste. Greenpeace Environmental Trust, 2002. 211 p.
13. Bartoleto A.P. Waste Prevention Policy and Behaviour. London: Routledge, 2014. P. 30. DOI: 10.4324/9781315817941
14. Hart J., Adams K., Giesekam J., Tingley D.D., Pomponi F. Barriers and drivers in a circular economy: the case of the built environment // Procedia CIRP. 2019. Vol. 80. Pp. 619–624. DOI: 10.1016/j.procir.2018.12.015
15. Zaman A.U. A comprehensive review of the development of zero waste management: lessons learned and guidelines // Journal of Cleaner Production. 2015. Vol. 91. Pp. 12–25. DOI: 10.1016/j.jclepro.2014.12.013

REFERENCES

1. Kalyuzhny B.O. Economy of the closed cycle — a new paradigm. *Municipal Solid Waste*. 2018; 4:8-10. (In Russian).
2. Bogomolova I.P., Krivenko E.I., Stryapchih E.S. Ensure economic security state based control resource saving. *FES: Finance. Economy. Strategy*. 2018; 5:16-23. (In Russian).
3. Volynkina E.P. Analysis of a condition and problems of processing of a technogenic waste in Russia. *Bulletin of the Siberian State Industrial University*. 2017; 2(20):45-58. (In Russian).
4. Isakov V.M., Tshovrebov E.S. *Legal of a basis of preservation of the environment*. Moscow, Moscow Regional Branch of the Moscow University of the Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation, 2004; 100. (In Russian).
5. Vajsman J.I., Tagilova O.A., Sadohina E.L. Working of methodological principles of creation and optimisation of the account of movement of a waste for the purpose of increase ecology-economic-a social management efficiency their reference. *Ecology and the Industry of Russia*. 2013; 12:40-45. (In Russian).
6. Sagitov R.F., Antimonov S.V., Ganin Y.V., Ivanova Y.S., Fyodorov Y.A. Analysis of the situation with rational solving the problem of industrial wastes processing in Russia. *Bulletin of the Orenburg State Agrarian University*. 2015; 2(52):246-248. (In Russian).
7. Shubov L.J., Stavrovsky M.E., Shehirev D.V. *Technolog of a megacity waste. Technological processes in service*. Moscow, News, 2002; 376. (In Russian).
8. Trapeznikov S.I. Secondary material resources are not a waste. *Municipal Solid Waste*. 2019; 1(151):53-55. (In Russian).
9. Velichko E.G., Tshovrebov E.S. Ecological safety of construction materials: basic historical stages. *Vestnik MGSU*. 2017; 12(1):(100):26-35. DOI: 10.22227/1997-0935.2017.1.26-35 (In Russian).
10. Kuprin R.G., Tshovrebov E.S., Nijazgulov U.D. Legal maintenance and economic regulation of the reference with a waste and secondary resources. *Quality. Innovations. Education*. 2018; 2(153):62-70. (In Russian).
11. Nosko P.A. Trends in the circular economy development in the european union. *Waste and Resources*. 2019; 6(1):4. DOI: 10.15862/04ECOR119 (In Russian).

12. Murray R. Zero waste. Greenpeace Environmental Trust, 2002; 211.

13. Bartoletto A.P. *Waste Prevention Policy and Behaviour*. London, Routledge, 2014; 30. DOI: 10.4324/9781315817941

14. Hart J., Adams K., Giesekam J., Tingley D.D., Pomponi F. Barriers and drivers in a circular economy: the case of the built

environment. *Procedia CIRP*. 2019; 80:619-624. DOI: 10.1016/j.procir.2018.12.015

15. Zaman A.U. A comprehensive review of the development of zero waste management: lessons learned and guidelines. *Journal of Cleaner Production*. 2015; 91:12-25. DOI: 10.1016/j.jclepro.2014.12.013

Об авторе

Эдуард Станиславович Цховребов — кандидат экономических наук, доцент; **независимый исследователь**; 123435, г. Москва, ул. Образцова, д. 15, к. 7; rebrovstanislav@rambler.ru.

Bionotes

Eduard S. Tskhovrebov — Cand. Sci. (Econ.), Associate Professor; **independent researcher**; 7, 15 Obraztsova st., Moscow, 123435, Russian Federation; rebrovstanislav@rambler.ru.

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Цховребов Э.С. Формирование методов оценки экологически безопасного обращения с отходами в качестве вторичных ресурсов // *Техник транспорта: образование и практика*. 2020. Т. 1. Вып. 3. С. 221–236. DOI 10.46684/2687-1033.2020.3.221-236

FOR CITATION: Tskhovrebov E.S. Formation of methods for assessing environmentally sound waste management as secondary resources. *Transport technician: education and practice*. 2020; 1(3):221-236. (in Russian). DOI 10.46684/2687-1033.2020.3.221-236

Поступила в редакцию 5 июня 2020 г.

Принята в доработанном виде 4 августа 2020 г.

Одобрена к публикации 20 августа 2020 г.

Received April June 5, 2020.

Adopted in a revised form on August 4, 2020.

Approved for publication on August 20, 2020.

© Э.С. Цховребов, 2020