ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ФОРМИРОВАНИЯ МЕТОДОЛОГИИ СОЗДАНИЯ КОМПЛЕКСНОЙ СИСТЕМЫ ОБРАЩЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ ОТХОДОВ

Э.С. Цховребов, Е.Г. Величко*

*Научно-исследовательский центр по проблемам управления ресурсосбережением и отходами (ФГУ «НИЦПУРО»),
141006, г. Мытищи, Олимпийский пр-т, д. 42;*

**Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ),
129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26*

Аннотация. Ресурсосбережение, обеспечение экологической безопасности, рациональное использование природных ресурсов и охрана окружающей среды являются в настоящее время приоритетными задачами в рамках реализации курса на устойчивое развитие российского государства. Превращение отходов во вторичное сырье для изготовления экологически безопасной строительной и иной продукции позволяет решить сразу две проблемы: сохранить ценные ресурсы и снизить нагрузку на окружающую среду. В статье представлены теоретические положения и предпосылки создания методологии формирования модели комплексной системы обращения строительных отходов в рамках современных задач по созданию новых экономически эффективных ресурсосберегающих, экологически безопасных и безотходных технологий и процессов в отрасли, а также обеспечения требований нормативно-правовых актов в сфере экологической безопасности, обращения с опасными отходами, охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов.

Ключевые слова: экономическая эффективность, строительные отходы, методология, ресурсосбережение, рациональное использование природных ресурсов, охрана окружающей среды, комплексная система обращения со строительными отходами, экологическая безопасность, вторичное использование, переработка и утилизация отходов, моделирование и управление потоками отходов строительных материалов

DOI: 10.22227/1997-0935.2017.1.83-93

THEORETICAL PROVISIONS OF FORMATION OF METHODOLOGY FOR CREATION OF COMPLEX SYSTEM OF CONSTRUCTION WASTE TREATMENT

E.S. Tskhovrebov, E.G. Velichko*

*Research Center on Problems of Resource Saving and Waste Management (FGU NITsPURO),
42 Olimpiyskiy pr., Mytishchi, 141006, Russian Federation;*

**Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU),
26 Yaroslavl'skoe shosse, Moscow, 129337, Russian Federation*

Abstract. Resource saving, ecological safety, rational use of natural resources and environmental protection are currently the priority tasks in terms of implementation of the course towards a sustainable development of the Russian state. Transformation of waste into secondary raw materials for the manufacture of environmentally friendly construction products and other products makes it possible to resolve two problems at once: preserve valuable resources and reduce the environmental load. The article presents theoretical provisions and background for methodology of forming a model of complex system of construction waste treatment in terms of modern tasks for creation of new economically efficient, resource-saving, ecologically safe and waste-free technologies and processes in the industry, as well as the requirements of regulatory acts in the sphere of environmental safety, hazardous waste management, environmental protection and rational use of natural resources. The final target indicator of scientific research in this sphere is the minimization of waste amounts dispatched to burial facilities due to creation of optimal, reasonable from the technical-and-economic point of view, chain of complexes for treatment thereof, preliminary preparation for further recycling, including sorting, dismantling, cleaning, and disposal. Comprehensive assessment and subsequent reasonable selection of optimal scientific methods of research of factors, indicators and restrictions that form the constituent elements of methodology of creation of the economic and managerial model of the complex system of waste treatment, will be continued.

Key words: economic efficiency, construction waste, methodology, resource saving, rational use of natural resources, environmental protection, complex system of construction waste treatment, environmental safety, secondary use, processing and recycling of waste, modeling and control of construction materials waste streams

Одной из нерешенных проблем, как на федеральном, так и региональном уровнях, является создание инновационной организационно-правовой и экономической системы, позволяющей минимизировать объемы строительных отходов, подлежащих захоронению в природной среде или уничтожению, которое сопровождается крайне негативным экологическим воздействием, максимально обеспечив при этом ресурсосбережение, вторичное использование остатков сырья, материалов для вовлечения во вторичный хозяйственный оборот, т.е. превратить отходы во вторичное сырье для изготовления экологически безопасной строительной и иной продукции.

Данные актуальные задачи определены в правовых актах Правительства Российской Федерации, закреплены в законодательстве по обращению с отходами, нормативных документах, стандартах, в частности, МДС 13-8.2000 «Концепция обращения с твердыми бытовыми отходами», ГОСТ Р 54964-2012 «Оценка соответствия. Экологические требования к объектам недвижимости», ГОСТ 30772-2001 «Ресурсосбережение. Обращение с отходами», а также утвержденных на уровне федеральных органов исполнительной власти стратегических направлениях развития отраслей промышленности.

В Стратегии развития промышленности строительных материалов на период до 2020 г., утвержденных приказом Минрегионразвития РФ от 30.05.2011 г. № 262 задача повышения уровня и качества научных исследований в сфере актуальных проблем инновационного развития отрасли определена как одна из важнейших и ключевых на современном этапе. В Стратегии поставлена задача об активизации научных исследований в данной сфере. В документе делается акцент на то, что для обеспечения строительного комплекса конкурентоспособными строительными материалами отраслевая наука должна стать более динамичной к меняющимся условиям, а отрасль — более восприимчивой к техническому прогрессу. Отмечается, что в настоящее время многолетней проблемой в строительстве вообще и в промышленности строительных материалов в особенности является состояние научно-исследовательской и опытно-конструкторской работы по созданию новых высокоэффективных технологий и процессов, в т.ч. ресурсосберегающих, экологически безопасных и безотходных.

Анализируя литературные источники как в России, так и за рубежом следует отметить, что, несмотря на многочисленные научные дискуссии по этой острой актуальной проблеме российского и мирового масштаба, до сих пор так и не выработано общепринятых оптимальных методологических

подходов и решений по формированию эффективной ресурсосберегающей отходоперерабатывающей системы, не говоря о разработке цельной научно обоснованной методологии создания единой комплексной системы обращения как с промышленными, так и строительными отходами.

Предлагаемый авторами научно-исследовательский подход к определению основных принципов и составляющих методологии создания единой комплексной системы обращения строительных отходов на отраслевом либо региональном уровне разработан на основе многолетнего изучения данной проблемы в процессе осуществления деятельности по контролю, управлению, регулированию, нормированию в сфере обращения с отходами на федеральном, региональном и муниципальном уровнях, создания и реализации программ по экологически безопасному обращению с отходами, научных исследований в данной сфере [1–4].

Объектом данного исследования была определена система управления, относящаяся к классу социально-экономических систем и формирующаяся в рамках всех вышеуказанных типов правоотношений в обществе. В выбранной в качестве темы исследования актуальной многоплановой проблеме, касающейся управления ресурсосбережением и обращением с отходами, тесно взаимосвязаны экономические, гражданско-правовые, экологические, производственные, социальные правоотношения, составляющие предмет исследования. С учетом этого поиск наиболее эффективных оптимальных вариантов построения системы управления обращения с отходами и ресурсосбережения с учетом эколого-экономических, производственно-технических, нормативно-правовых ограничений и факторов, а также организации ее функционирования в рамках стратегии устойчивого инновационного развития определил цель проводимого научного исследования. Определенная в исследовании цель стала основой установления актуальных нерешенных проблем как предмета научного исследования — реального противоречия, требующего своего разрешения научными методами.

Какие же противоречия долгие годы не дают возможности наладить в России эффективную систему сбережения природных материальных ресурсов, переработки вторичного строительного сырья и отходов в новую конкурентоспособную высококачественную экологически безопасную продукцию? Ответ на этот вопрос исследовался авторами по следующим критериям: значимости нерешенной проблемы, возможности разрешения противоречий, необходимости их разрешения, ценности ожидаемого результата с учетом экономических, социальных, экологических, нормативно-технических факторов,

а также путем отсеивания мнимых (субъективных) противоречий и проблем, выявления среди них реальных и значимых.

Формулирование самой проблемы, а также противоречий, которые легли в ее основу, осуществлялось с помощью следующих методов [5–9]:

- стратификации — расщепления проблемы на тематические вопросы, без ответов на которые нельзя получить ответа на основной проблемный вопрос;
- композиции — группировки и определения последовательности решения вопросов, составляющих проблему;
- локализации — ограничения рамок изучения в соответствии с потребностями исследования, отделения известного от неустановленного в области объекта исследования;
- кондификации — выявления всех условий и факторов, необходимых для решения проблемы, включая методы, средства, приемы;
- актуализации — приведения доводов в пользу реальности проблемы, ее постановки и решения;
- квалификации — отнесения проблемы к определенному типу или категории;
- экспозиции — установления реальных, содержательных связей данной проблемы с другими проблемами;
- финитизации — предположительного описания предполагаемого результата;
- компроментации — выдвижения сколь угодно большого числа возражений против проблемы;
- демонстрации — объективного синтеза результатов, полученных на стадии актуализации и компроментации.

В ходе работы была выдвинута гипотеза о том, что определение, формулирование и исследование данной специфической проблемы возможно и целесообразно проводить как методами факторного, кластерного анализа, так и априорного ранжирования, экспертного анализа. Задача в данном случае сводилась к классификации переменных и категорий респондентов по однородным группам (сегментам, кластерам), т.е. классификации имеющихся категорий респондентов (бизнес-группы, государственные органы, специалисты, инженерно-технические работники, деятели науки и пр.), информационной составляющей (выступления в СМИ, публикации, доклады), прочим параметрам — по уровням результирующей переменной. При формировании перечня проблем и противоречий представлялось необходимым выявить схожие (т.е. тесно коррелирующие между собой) утверждения с последующим их разделением на несколько однородных групп, характеризующих различные аспекты, т.е. выделить группы схожих по значению параметров.

Данную задачу не представляется возможным реализовать методами логической регрессии или дискриминантного анализа в силу отсутствия зависимой результирующей переменной и при наличии только лишь независимых равнозначных параметров. Анализируя научно-исследовательские подходы к решению поставленной задачи, выдвинуто предположение о том, что такую задачу можно выполнить с использованием факторного анализа, позволяющего разделить массив переменных на малое число групп или факторов, а их классификацию осуществить на основании критерия корреляции между переменными. При этом в один фактор объединяются несколько переменных, тесно коррелирующих между собой и не коррелирующих или слабо коррелирующих с другими переменными, определяющими прочие факторы. В итоге по результатам факторного анализа из несистематизированного массива данных выделяется несколько переменных, характеризующих исследуемый объект.

Основной проблемой при использовании факторного анализа в данном случае является ситуация, при которой одна и та же переменная относится к двум или более факторам, т.е. не подлежит однозначной классификации [10]. Так, при проведении исследования респонденты оцениваются по значительному количеству параметров, например, информационному (научные публикации, отчеты, государственные доклады, выступления на совещаниях, конференциях, заседаниях, по радио, телевидению, интернет, публикации в газетах), статусному (руководитель, специалист федеральных, региональных органов исполнительной власти, депутат, научный работник, публицист, бизнесмен, международный политик, инженерно-технический работник), дате, актуальности информации и пр. В этом случае факторный анализ дополняется кластерным для получения более достоверного и однозначно интерпретируемого результата. В итоге проведение факторного анализа позволяет определить и сократить состав переменных, участвующих в анализе, выделяя релевантные категории переменных показателей, а дополняющий его кластерный анализ — классифицировать респондентов на целевые группы на основании выделенных их существенных характеристик.

В проведенном исследовании сложность использования факторного анализа заключается в необходимости обоснованно интерпретировать полученные доводы и аргументы различных респондентов с точки зрения рациональности, оптимальности, объяснимости, неоднозначности и многоплановости проблемы, внедряемости результатов,

правовых, экономических и иных ограничений, факторов, применительно к задаче и специфическим особенностям конкретного научного исследования. Поэтому полученные сложные и неоднозначные для интерпретации результаты целесообразно подвергать экспертному анализу в каждом конкретном случае.

Экспертный подход позволяет реализовать задачи, не поддающиеся решению обычным аналитическим способом, в т.ч. с учетом специфики факторного и кластерного анализа. В основу прогноза закладывается субъективное мнение специалиста или группы таких специалистов в области права, экономики, экологии, управления, контроля, регулирования, основанное на профессиональном, научном и практическом опыте. Существенными и значимыми должны признаваться экспертные оценки специалистов, обладающих значительным объемом объективной и достоверной информации по рассматриваемой проблеме, активной гражданской позицией и желанием изменить сложившуюся негативную ситуацию в данной сфере, достаточной степенью рациональности, кругозора, креативности мышления, необходимым уровнем профессионализма, научно-практического опыта и знаний в различных аспектах соответствующей предметной области; свободных от личных карьерных, политических или коммерческих предпочтений в отношении оценки сложившихся противоречий и путей решения проблемы [11, 12].

Экспертный анализ проводится по широкому кругу вопросов, связанных с рассматриваемой актуальной проблемой:

- объективные и субъективные причины сложившейся ситуации;
- прогнозирование развития процесса при существующей ситуации или в случае принятия комплекса неотложных мер по налаживанию системы ресурсосбережения, переработки отходов во вторичные продукты;
- поиск разнообразных решений этих сложных задач применительно к сложившейся социально-экономической и экологической ситуации в стране;
- выбор оптимального варианта решения.

Окончательный анализ вариантов предполагает формулирование проблемы и противоречий в правовом поле, в общепринятой терминологии, с позиций реальности, единообразия толкования, точности, однозначности, ясности, четкости, исключения всевозможной смысловой неопределенности, актуальности и нацеленности на обеспечение достижения целей исследования. Такой подход дает возможность уже более объективно и обоснованно выбрать сложившиеся противоречия

и проблемы в сфере нормативно-правовых, производственно-технологических, экологических, организационно-управленческих, экономических отношений, относящихся к обращению с отходами. При этом принималось во внимание, что результаты экспертного анализа позволяют систематизировать информацию, требуемую, с точки зрения научных исследований, для выявления противоречий, подготовки и принятия решений в рамках исследуемой актуальной проблемы и не подменяют собой нормативно-правовую базу и принятые основные направления государственной политики в области обращения с отходами.

При обработке данных, полученных из исследований, опубликованных в научной литературе, или в результате поиска и анализа информации, полученной из СМИ по результатам отчетов, межведомственных совещаний, конференций, семинаров, круглых столов, интервью, по мнению авторов, в ходе исследования наиболее оптимально использовать метод априорного ранжирования факторов, позволяющий из большего числа факторов выделить наиболее важные для дальнейшего изучения и отсеять остальные. Особенностью данного метода является то, что факторы и показатели, обладающие, согласно априорной информации, существенным влиянием, ранжируются в порядке убывания вносимого ими вклада. Вклад каждого фактора оценивается по величине ранга, отведенного экспертом-исследователем данному показателю в процессе ранжирования всей выборки факторов с учетом их предполагаемого влияния на результирующие параметры, т.е. путем определения места факторов в ранжированном ряду [7, 13]. Данный подход позволяет более точно принять или отвергнуть некоторые предварительные гипотезы, связанные с причинами возникновения проблемы, дать сравнительную оценку влияния различных показателей и факторов на сложившиеся противоречия, исключив по результатам ранжирования некоторые из них из дальнейшего рассмотрения, и тем самым правильно и обоснованно подойти к выбору главной проблемы, подлежащей разрешению в ходе научного исследования.

По результатам комплексного исследования выявлены противоречия, являющиеся причинами нерешенной проблемы организации инновационной эффективной системы сбережения природных материальных ресурсов, переработки вторичного строительного сырья и отходов в качественную, востребованную, конкурентоспособную на мировом рынке экологически безопасную продукцию. Дифференцированные по категориям они приведены в табл.

Классификация противоречий и проблем в сфере обращения с отходами

Сфера общественных отношений	Проблемы и противоречия
Политические	Ресурсосбережение и превращение отходов во вторичное сырье не провозглашены до сих пор важнейшей государственной задачей в рамках принятого курса на устойчивое инновационное развитие страны с выработкой и реализацией соответствующих политических, правовых, экономических, организационно-управленческих решений
	Отсутствие обязательств выбранных глав регионов по решению данной актуальной проблемы в течение срока полномочий перед руководством страны, органами законодательной власти и избирателями
Регулятивно-управленческие и правовые	Правовая неурегулированность эколого-экономических отношений в сфере ресурсосбережения и использования отходов
	Отсутствие механизма правового регулирования и ответственности отраслевых министерств, региональных органов исполнительной власти за обеспечение решения вопросов энерго- и ресурсосбережения, рационального использования природных ресурсов, внедрения безотходных технологий, организацию производственно-технических комплексов и систем максимально возможного вторичного использования отходов с минимизацией их поступления на захоронение в природную среду
	Ресурсосбережение, максимизация использования отходов во вторичном хозяйственном обороте и минимизация поступления отходов на захоронение в природную среду или уничтожение юридически не закреплены как основные составляющие обеспечения экологической безопасности страны
	Неспособность государственных инструментов — экологического контроля, нормирования, регулирования, экспертизы — повлиять на решение проблем ресурсосбережения, экологически безопасного обращения с отходами
	Отсутствие комплексной системы управления в сфере обращения с отходами на федеральном, региональном и муниципальном уровнях, регламентированной соответствующими правовыми актами
	Неиспользование как целевых показателей деятельности отраслевых министерств, регионов, муниципальных образований следующих планируемых и результирующих абсолютных и относительных показателей: по количеству сбора, использованию, переработке, утилизации вторичного сырья; созданию и внедрению перерабатывающих отходы предприятий, производств, технологий; процентному соотношению используемых (перерабатываемых, утилизируемых) отходов к количеству образовавшихся за отчетный период; сокращению захораниваемых, уничтожаемых отходов в природной среде; объему и видам выпускаемой продукции из вторичного сырья и отходов; спросу, снижению себестоимости такой продукции
	Недостаточность полноценного и достоверного учета количеств всех видов обращающихся отходов, их анализа по степени опасности и токсичности
	Отсутствие стандартов качества экологически безопасной продукции
	Коррупция и бесконтрольность в сфере экономических отношений в процессах нормирования, захоронения, уничтожения опасных отходов
Экономические	Несбалансированность эколого-экономических интересов государства и хозяйствующих субъектов в сфере ресурсосбережения и вторичной переработки отходов, отсутствие результативного диалога власти и бизнеса по данной проблеме
	Отсутствие механизма экономического стимулирования переработки вторичного строительного сырья и ресурсов в новую продукцию (прогрессивное налогообложение, субсидии, льготное кредитование, снижение платежей за негативное воздействие на окружающую среду для предприятий — переработчиков отходов)
	Несбалансированная, неэффективная тарифная, ценовая, налоговая политика, не способствующая развитию производственного бизнеса, малого, среднего предпринимательства в сфере сбора, использования, переработки вторичного сырья, отходов в новую продукцию
	Стремление хозяйствующих субъектов к получению максимальной прибыли при минимизации затрат на природоохранные мероприятия
	Крайняя недостаточность отраслевых и региональных перспективных программ смешанного (государственного, муниципального, частного, иностранного) финансирования перерабатывающих отходы производств

Классификация противоречий и проблем в сфере обращения с отходами (окончание)

Сфера общественных отношений	Проблемы и противоречия
Технические	Низкий количественный и качественный уровень выхода вторичного сырья из образующихся отходов, пригодного для изготовления качественной экологически безопасной продукции по сравнению со странами, принявших курс на инновационное развитие, в т.ч. в сфере энерго- и ресурсосбережения
	Малый уровень внедряемости современных прогрессивных технологий переработки отходов во вторичные материалы и изделия
	Недостаточная внедряемость производственно-технических решений, способствующих минимизации количества образующихся отходов, малоотходных и безотходных технологий
	Недостаточное использование раздельного сбора, предварительной сепарации образовавшихся строительных отходов, что затрудняет и увеличивает стоимость сортировки отходов на сортировочно-перерабатывающих комплексах
	Неравномерность образования, движения строительных отходов
	Высокий класс токсичности ряда отходов, не позволяющий их дальнейшее использование для изготовления экологически и санитарно-гигиенически безопасных материалов и изделий

Важнейшей составляющей в содержании методологии исследования обращения с отходами является обоснованный объективный выбор полноценных подходов к исследованию как вектора, определяющего направленность научного исследования относительно поставленной цели. Учитывая, что проблема обращения с отходами во многом определяет устойчивый инновационный путь развития государства, тесно взаимосвязана с со всеми аспектами жизнедеятельности общества: безопасностью, экономикой, производственной и социальной сферой и, конечно, охраной окружающей среды, наиболее оптимальным подходом к научному исследованию может являться системный подход, изучающий объект исследования как систему, в которой выделены элементы, взаимодействующие исходя из общего предназначения объекта, а также внутренние и внешние связи, существенным непосредственным или опосредованным образом влияющие на исследуемые показатели и результаты ее функционирования, цепи и взаимозависимости от внешних и внутренних факторов [6, 8, 14].

В рамках системного подхода для формирования методологии создания системы обращения с отходами определены ее основные составляющие, приоритетные принципы, задачи, а также связи, факторы и ограничения, воздействующие на данную систему. Классификация и полноценный учет внутренних и внешних, постоянных и переменных, количественных и качественных факторов, воздействующих на систему, позволяет полно, всесторонне и объективно разобраться в причинах изменения исследуемых процессов, усилить действенность проводимого научного анализа, точнее оценить роль каждого фактора в формировании модели еди-

ной системы. Принципиальные этапы системного подхода сформулированы ниже.

А. Анализируемые составляющие, факторы и элементы подсистемы модели системы комплексного учета обращающихся строительных отходов.

1. Определение и учет объектов исследования — технологических процессов в результате деятельности поставщиков и потребителей различных видов строительных отходов. На основе экспертного анализа к ним отнесены:

- поставщики строительных отходов:

снос зданий, рытье котлованов, промышленное строительство, гражданское домостроение, индивидуальное жилищное строительство, ремонт помещений индивидуальных домовладений и квартир, ремонт и замена искусственных сооружений (мосты, трубы, продуктопроводы эстакады);

промышленное производство (металлургия, горно-рудная промышленность, щебеночные заводы, предприятия по изготовлению железобетонных, бетонных конструкций, кирпича, плиток, деревянных, полимерных изделий);

мусоросортировочные станции и участки, ЖКХ и хозяйствующие субъекты (спил деревьев и кустарников, капитальный и текущий ремонт зданий и помещений);

- потребители таких отходов:

полигоны твердых бытовых отходов (ТБО) (рекультивация земель строительным грунтом, прием не утилизируемых и не возможных к переработке строительных отходов 4–5 классов опасности);

строительство (засыпка оврагов, котлованов, карьеров);

устройство временных автодорог (отходы кирпича, щебня, гравия, строительный грунт);

подсобные хозяйства (опилки, стружка);
 плиточное производство (отходы песка, щебня, гравия, бетона, опилки, стружка);
 кирпичное производство;
 предприятия по переработке токсичных полимерных отходов;

мусоросортировочные станции и участки, мусоросжигательные заводы (уничтожение не утилизируемых строительных отходов 1–3 класса опасности);

производства по изготовлению железобетонных и бетонных строительных конструкций,

предприятия по изготовлению мебели, ДСП, ДВП, фанеры (опилки, стружка);

котлоагрегаты и печи (не перерабатываемые во вторичную продукцию древесные отходы).

2. Определение, учет и анализ количества образующихся отходов от поставщиков отходов, а также производственных мощностей потребителей. Оценка наличия достаточного количества потребителей строительных отходов в регионе, дефицита продукции. Возможности межрегиональных связей и взаимодействия субъектов РФ при решении вопросов использования вторичного сырья и строительных отходов для повторного вовлечения в хозяйственный оборот.

3. Анализ объемов и учет использования образующихся отходов непосредственно на самих хозяйствующих субъектах (заводы по производству бетонных и железобетонных конструкций, плиток, кирпича), строительство (например, рациональное использование и оптимальное перемещение строительного грунта: резервы-карьеры-отвалы-кавалеры, на различных участках строительства; устройство временных автодорог).

4. Оценка возможности и необходимости предварительной сортировки, сепарации, брикетирования отходов в местах их образования (на промплощадках предприятий, строительных площадках).

5. Пути и факторы минимизации как образования не утилизируемых и не возможных к переработке строительных отходов, так и размещения их на полигонах ТБО или мусоросжигательных заводах.

6. Виды образующихся строительных отходов, их категории (класс опасности для окружающей среды и токсичности для здоровья человека), состав и свойства (агрегатное состояние, морфологический и химический состав, взрыво- и пожароопасность, растворимость, летучесть, влажность, способность к разложению на химические компоненты под воздействием влаги, ветра, температуры, солнечной радиации, реакционная способность по отношению к компонентам природной среды, материалам, отходам, химическим веществам).

7. Анализ нормативно-правовой базы, экономических, экологических, производственно-технических факторов, показателей и условий при выборе методов и способов использования, утилизации, переработки отходов.

8. Возможности, условия транспортирования отходов (наличие специального транспорта, состояние автодорог, дальность, безопасность и оптимальность перевозки, погодные условия, стоимостные показатели и рентабельность).

9. Оптимальное моделирование и распределение потоков строительных отходов от поставщиков к потребителям с учетом сезонности, производственных мощностей, возможности, оптимальности и безопасных условий транспортирования отходов, климатических условий, минимизации себестоимости транспортирования отходов, рентабельности перевозки и производства продукции из строительных отходов, обеспечения экологической безопасности и охраны окружающей среды на всех этапах обращения с опасными отходами.

10. Методы и средства минимизации воздействия отходов на окружающую среду (атмосферный воздух, земельные, водные ресурсы, почвенный покров, растительный мир) в процессе сбора, временного накопления, хранения, погрузочно-разгрузочных работ, транспортирования, переработки.

Б. Постановка основных задач исследования функционирования системы:

- учет всех образующихся строительных отходов, достоверный, обоснованный расчет количеств образующихся отходов различных классов опасности на различных хозяйствующих субъектах региона;

- учет и оценка строительных отходов, которые могут быть использованы для производства продукции, выполнения работ;

- учет и оценка объемов не возможных к использованию отходов, в т.ч. 1–3 классов опасности, подлежащих уничтожению, и 4–5 классов опасности, разрешенных для захоронения на полигонах ТБО;

- обеспечение ресурсосбережения, минимизации количества уничтожаемых и захораниваемых отходов, недопущения попадания опасных отходов в природную среду на всех стадиях их обращения;

- учет всех производств — акцепторов остатков неиспользуемого сырья, строительных отходов с достоверной, обоснованной оценкой потребности такого сырья для изготовления продукции, выполнения работ;

- учет и анализ потребностей в предварительной сортировке и переработке отдельных видов строительных отходов (дробление, брикетирование и пр.) с оценкой количества таких мусоросортировочных пунктов и участков для удовлетворения региональных потребностей в переработке отходов (исходя из

объема образующихся отходов, вида, агрегатного состояния, степени токсичности, класса опасности для окружающей среды), производственной мощности, оптимального месторасположения, необходимого оборудования, численности работников, себестоимости продукции, рентабельности и пр.;

- оптимизация и обеспечение эффективности, экологической безопасности процесса обращения (сбора, хранения, транспортирования, использования) строительных отходов в рамках единой комплексной системы обращения со строительными отходами в регионе или в межрегиональном масштабе;

- обеспечение сбалансированности производственно-технических, экономических, экологических и социальных аспектов управления отходами.

В. Принципы и критерии методологии построения системы обращения строительных отходов. Принципы и критерии формировались с использованием экспертного и квалиметрического анализов. В данном случае экспертный анализ целесообразно осуществлять в виде экспертного оценивания – процедуры получения оценки проблемы на основе мнения специалистов (экспертов) с целью последующего выбора и принятия решения. Применение метода экспертных оценок в условиях невозможности использования более точных методов системного анализа способствует формализации процедуры сбора, обобщения и анализа мнений специалистов с целью последующего преобразования их в форму, наиболее удобную для принятия обоснованного решения.

Для повышения обоснованности и объективности исследования экспертный анализ дополняется квалиметрическим, позволяющим учесть все показатели и факторы, связанные с проблемой обращения с отходами, преобразовать разнородные факторы в однородные с последующей группировкой, обеспечить достоверность, необходимую точность, сходимость показателей, сопоставимость полученных результатов. В ходе анализа осуществляется постановка задач по выбору принципов и критериев системы перед сформированными группами экспертов, определяются методы и формы проводимого опроса, составлялся общий перечень факторов, влияющих на систему по уровню значимости для последующего их ранжирования по результатам квалиметрического анализа [15, 16].

По итогам исследования определены основные принципы, критерии комплексной системы обращения строительных отходов:

- актуальность и востребованность на современном этапе развития общества;
- целенаправленность для решения современных задач, стоящих перед обществом и государством (ресурсосбережение, охрана здоровья граж-

дан, экологическая безопасность, оздоровление окружающей среды, рациональное использование природных ресурсов);

- законность и правовая обоснованность (реализация всех подсистем модели должна соответствовать требованиям действующего законодательства);

- оптимальность (максимальное соответствие экономическим, экологическим и техническим требованиям и параметрам в конкретных производственных, социально-экономических, природно-климатических условиях);

- практическая значимость, возможность внедрения и дальнейшей реализации;

- научная новизна и обоснованность;

- эффективность (результаты внедрения системы оправдывают затраты на нее с учетом всех возможных факторов и условий);

- открытость и информативность (методология должна быть убедительной, ясной, максимально понятной не только для научного сообщества, но и для государственных институтов, бизнеса, хозяйствующих субъектов, средств массовой информации, граждан, способствовать осознанию, укреплению и развитию в обществе идеи сбережения и охраны природных ресурсов, вторичного использования отходов);

- динамичность (система открывает пути к созданию, развитию и дальнейшей реализации на ее базе других новых актуальных, значимых, оптимальных, прогрессивных, нестандартных научно-практических решений).

Г. Выбор обоснованных оптимальных научных методов исследования факторов, показателей и ограничений, формирующих элементы системы рассматриваемой модели с последующим использованием для решения задач формирования методологии создания системы обращения с отходами.

Соглашаясь с мнением С.Б. Барнгольц и М.В. Мельник [5], авторы исследования считают, что системный комплексный подход к изучению деятельности объекта исследования — производственно-экономической системы управления, выявлению и измерению противоречивого влияния на нее отдельных факторов, обобщению материалов анализа в виде выводов и рекомендаций на основе обработки специальными приемами всей имеющейся информации о результатах деятельности такой системы, обоснованию эффективности управленческих решений, целесообразно осуществлять методом анализа, включающего в себя изучение предмета путем расчленения его на составные элементы (части объекта, признаки, свойства, характеристики, параметры) и анализе каждой из выделенных частей отдельно в пределах единого целого.

В качестве научно-исследовательских методов экономического анализа с учетом целей, задач, специфики исследования рассматриваются:

- кластерный, факторный анализ;
- ранжирование;
- эвристические методы;
- математическое моделирование;
- квалиметрические, экспертные методы;
- теория ограничений;
- теория графов.

Основополагающим принципом построения и обоснования методологии является научная обоснованность, т.е. обоснованный выбор на каждом этапе наиболее оптимальных научно-исследовательских подходов и методов к решению поставленных в рамках тактических задач построения оптимальной, экономически эффективной комплексной системы управления, регулирования обращения с опасными отходами [8, 9, 17, 18].

Первоочередной задачей в создании методологии и на ее основе — практических эффективных регулятивно-управленческих методик и алгоритмов поэтапного решения проблемы экологически безопасного обращения со строительными отходами, аналогичных проблематике обращения с твердыми коммунальными отходами, является оптимизация системы их сбора, удаления на основе комплексного решения организационных вопросов управления качеством и количеством потока отходов [19, 20].

При формировании методологии решения такой многоплановой специфической актуальной для отрасли задачи первостепенным фактором становится ее научно-практическая значимость, выраженная в создании такой модели единой ресурсосберегающей системы обращения со строительными отходами, которая бы была оптимальна, универсальна и прак-

тически реализуема на всех этапах и циклах управления, регулирования обращения с отходами:

- полноценной, достоверной оценке и учете количества образующихся различных видов отходов;
- системном применении методов и наилучших доступных технологий сбора, временного накопления, транспортировки, утилизации отходов;
- их эффективном использовании в процессе производства вторичной продукции, энергии и сырья;
- учете социально-экономических, природно-климатических, производственно-технических, территориальных условий и факторов;
- предотвращении негативного воздействия на окружающую среду;
- обеспечении экологической безопасности и санитарно-эпидемиологического благополучия населения на всех этапах обращения с опасными отходами.

Итоговым результирующим целевым показателем научных изысканий в данной области становится минимизация количества отходов, направляемых на объекты их захоронения за счет создания оптимальной, обоснованной с технико-экономической точки зрения сети комплексов по их обработке предварительной подготовке к дальнейшей утилизации, включая сортировку, разборку, очистку, и непосредственно — утилизации.

Всесторонняя оценка и последующий обоснованный выбор оптимальных научных методов исследования факторов, показателей и ограничений, формирующих составляющие элементы методологии создания рассматриваемой экономико-управленческой модели комплексной системы обращения с отходами, будут продолжены в рамках проводимого научного исследования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Садов А.В., Цховребов Э.С. Пути решения проблемы обращения с отходами на уровне региона // Вестник РАЕН. 2011. № 5. С. 29–31.
2. Цховребов Э.С., Четвертаков Г.В., Шканов С.И. Экологическая безопасность в строительной индустрии. М. : Альфа-М, 2014. 302 с. (Современные технологии)
3. Цховребов Э.С., Величко Е.Г. Вопросы охраны окружающей среды и здоровья человека в процессе обращения строительных материалов // Строительные материалы. 2014. № 5. С. 99–103.
4. Цховребов Э.С., Величко Е.Г. Научно-методологические подходы к созданию модели комплексной системы управления потоками строительных отходов // Вестник МГСУ. 2015. № 9. С. 95–110.
5. Барнгольц С.Б., Мельник М.В. Методология экономического анализа деятельности хозяйствующего субъекта. М. : Финансы и статистика, 2003. 238 с.
6. Могилевский В.Д. Методология систем. М. : Экономика, 1999. 248 с. (Системные проблемы России)
7. Монтгомери Д.К. Планирование эксперимента и анализ данных / сокр. пер. с англ. В.А. Коптяева. Ленинград : Судостроение, 1980. 383 с.
8. Никаноров С.П. Системный анализ и системный подход // Системные исследования : сб. ст. М. : Наука, 1972. 238 с.
9. Рузавин Г.И. Методология научного исследования. М. : ЮНИТИ, 1999. 316 с.
10. Факторный дискриминантный и кластерный анализ / пер. с англ. А.М. Хотинского, С.Б. Королева; под ред. И.С. Енюкова. М. : Финансы и статистика, 1989. 215 с.
11. Литвак Б.Г. Экспертные оценки и принятие решений. М. : Патент, 1996. 271 с.
12. Орлов А.И. Теория принятия решений. М. : Март, 2004. 523 с.

13. Тарасов Р.В., Макарова Л.В., Бахтулова К.М. Оценка значимости факторов методом априорного ранжирования // Современные научные исследования и инновации. 2014. № 4 (36). Ст. 46. Режим доступа: <http://web.snauka.ru/issues/2014/04/33181>.
14. Локтионов М.В. Системный подход в менеджменте. М. : Генезис, 2010. 345 с.
15. Азгальдов Г.Г., Нагинская В.С. Оценка вариантов проекта на основе упрощенной разновидности метода квалиметрии. М. : МИСИ, 1982. 221 с.
16. Квалиметрическая экспертиза строительных объектов / под ред. В.М. Маругина, Г.Г. Азгальдова. СПб. : Политехника, 2008. 527 с.
17. Anink D., Mak J., de Haas F., Boonstra C., Willers W. Handleiding Duurzame Woningbouw: Milieubewuste materiaalkeuze bij Nieuwbouw en Renovatie. Rotterdam. Stuurgroep Experimenten Volkshuisvesting, November 1993. 224 p.
18. Celik N., Antmann E., Shi X., Hayton B. Simulation-based Optimization for Planning of Effective Waste Reduction, Diversion, and Recycling Programs. Department of Industrial Engineering, University of Miami. 2012. 42 p.
19. Шубов Л.Я., Голубин А.К., Девяткин В.В., Погадаев С.В. Концепция управления твердыми бытовыми отходами. М. : ГУ НИЦПУРО, 2000. 72 с.
20. Голубин А.К., Клепацкая И.Е. Развитие рыночных отношений в системе обращения с отходами // Транспортное дело России. 2009. № 4. С. 104–106.

Поступила в редакцию в августе 2016 г.

Об авторах: **Цховребов Эдуард Станиславович** — кандидат экономических наук, доцент, заместитель директора, **Научно-исследовательский центр по проблемам управления ресурсосбережением и отходами (ФГУ «НИЦПУРО»)**, 141006, г. Мытищи, Олимпийский пр-т, д. 42, rebrovstanislav@rambler.ru;

Величко Евгений Георгиевич — доктор технических наук, профессор, профессор кафедры строительных материалов, **Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ)**, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26, pct44@yandex.ru.

Для цитирования: **Цховребов Э.С., Величко Е.Г.** Теоретические положения формирования методологии создания единой комплексной системы обращения строительных отходов // Вестник МГСУ. 2017. Том 12. Вып. 1 (100). С. 83–93. DOI: 10.22227/1997-0935.2017.1.83-93

REFERENCES

1. Sadov A.V., Tskhovrebov E.S. Puti resheniya problemy obrashcheniya s otkhodami na urovne regiona [Solutions to the Problems of Waste Management in the Region]. *Vestnik RAEN* [Bulletin of the Russian Academy of Natural Sciences]. 2011, no. 5, pp. 29–31. (In Russian)
2. Tskhovrebov E.S., Chetvertakov G.V., Shkanov S.I. *Ekologicheskaya bezopasnost' v stroitel'noy industrii* [Environmental Safety in the Construction Industry]. Moscow, Al'fa-M Publ., 2014, 302 p. (Sovremennye tekhnologii [Modern Technologies]) (In Russian)
3. Tskhovrebov E.S., Velichko E.G. Voprosy okhrany okruzhayushchey sredy i zdorov'ya cheloveka v protsesse obrashcheniya stroitel'nykh materialov [The Issues of Environmental Protection and Human Health in the Process of Building Materials Treatment]. *Stroitel'nye materialy* [Construction Materials]. 2014, no. 5, pp. 99–103. (In Russian)
4. Tskhovrebov E.S., Velichko E.G. Nauchno-metodologicheskie podkhody k sozdaniyu modeli kompleksnoy sistemy upravleniya potokami stroitel'nykh otkhodov [Scientific Methodological Approaches to Creation of Complex Control System Model for the Streams of Building Waste]. *Vestnik MGSU* [Proceedings of Moscow State University of Civil Engineering]. 2015, no. 9, pp. 95–110. (In Russian)
5. Barngol'ts S.B., Mel'nik M.V. *Metodologiya ekonomicheskogo analiza deyatel'nosti hozyaystvuyushhego sub'ekta* [Methodology of Economic Analysis of Activities of Economic Entity]. Moscow, Finansy i statistika Publ., 2003, 238 p. (In Russian)
6. Mogilevskiy V.D. *Metodologiya system* [Methodology of Systems]. Moscow, Ekonomika Publ., 1999, 248 p. (Sistemnye problemy Rossii [Systemic Problems of Russia]) (In Russian)
7. Montgomery D.C. Design and Analysis of Experiments. Wiley, 8 edition, April, 2012, 752 p.
8. Nikanorov S.P. Sistemnyy analiz i sistemnyy podkhod [System Analysis and System Approach]. *Sistemnye issledovaniya : sbornik statey* [System Research : Collection of Articles]. Moscow, Nauka Publ., 1972, 238 p. (In Russian)
9. Ruzavin G.I. *Metodologiya nauchnogo issledovaniya* [Scientific Research Methodology]. Moscow, UNITY Publ., 1999, 316 p. (In Russian)
10. Enyukov I.S. editor. *Faktornyy, diskriminantnyy i klasternyy analiz* [Factor, Discriminant and Cluster Analysis]. Moscow, Finansy i Statistika Publ., 1989, 215 p. (In Russian)
11. Litvak B.G. *Ekspertnye otsenki i prinyatie resheniy* [Expert Judgements and Decision-Making]. Moscow, Patent Publ., 1996, 271 p. (In Russian)
12. Orlov A.I. *Teoriya prinyatiya resheniy* [Theory of Decision-Making]. Moscow, Mart Publ., 2004, 523 p. (In Russian)
13. Tarasov R.V., Makarova L.V., Bakhtulova K.M. Otsenka znachimosti faktorov metodom apriornogo ranzhirovaniya [Estimate of Significance of Factors Using the Method of a Priori Ranking]. *Sovremennye nauchnye issledovaniya i innovatsii* [Modern Scientific Researches and Innovations]. 2014, no. 4 (36), Article 46. Available at: <http://web.snauka.ru/issues/2014/04/33181>. (In Russian)
14. Loktionov M.V. *Sistemnyy podkhod v menedzhmente* [System Approach in Management]. Moscow, Genesis Publ., 2010, 345 p. (In Russian)
15. Azgal'dov G.G., Naginskaya V.S. *Otsenka variantov projekta na osnove uproshchennoy raznovidnosti metoda kvalimetrii* [Assessment of Alternate Designs on the Basis of a Simplified Variation of Qualimetry Method]. Moscow, MISI Publ., 1982, 221 p. (In Russian)
16. Marugin V.M. editor. *Kvalimetricheskaya ekspertiza stroitel'nykh ob'ektov* [Qualimetric Examination of Construc-

tion Projects]. Saint-Petersburg, Politekhnik Publ., 2008, 527 p. (In Russian)

17. Anink D., Mak J., de Haas F., Boonstra C., Willers W. Handleiding Duurzame Woningbouw: Milieubewuste materiaalkeuze bij Nieuwbouw en Renovatie. Rotterdam. Stuurgroep Experimenten Volkshuisvesting, November 1993. 224 p.

18. Celik N., Antmann E., Shi X., Hayton B. Simulation-based Optimization for Planning of Effective Waste Reduction, Diversion, and Recycling Programs. Department of Industrial Engineering, University of Miami. 2012. 42 p.

19. Shubov L.Ya., Golubin A.K., Devyatkin V.V., Pogodaev S.V. *Kontseptsiya upravleniya tverdyimi bytovymi otkhodami* [The Concept of Solid Domestic Waste Management]. Moscow, GU NITsPURO Publ., 2000, 72 p. (In Russian)

20. Golubin A.K., Klepatskaya I.E. Razvitie rynochnykh otnosheniy v sisteme obrashcheniya s otkhodami [Development of Market Relations in the System of Waste Management]. *Transportnoe delo Rossii* [Transport Business of Russia]. 2009, no. 4, pp. 104–106. (In Russian)

About the authors: **Tskhovrebov Eduard Stanislavovich** — Candidate of Economical Sciences, Associate Professor, Deputy Director, **Research Center on Problems of Resource Saving and Waste Management (FGU NITsPURO)**, 42 Olimpiyskiy pr., Mytishchi, 141006, Russian Federation; rebrovstanislav@rambler.ru;

Velichko Evgeniy Georgievich — Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Construction Materials, **Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU)**, 26 Yaroslavskoe shosse, Moscow, 129337, Russian Federation; pct44@yandex.ru.

For citation: Tskhovrebov E.S., Velichko E.G. Teoreticheskie polozheniya formirovaniya metodologii sozdaniya kompleksnoy sistemy obrashcheniya stroitel'nykh otkhodov [Theoretical Provisions of Formation of Methodology for Creation of Complex System of Construction Waste Treatment]. *Vestnik MGSU* [Proceedings of Moscow State University of Civil Engineering]. 2017, vol. 12, issue 1 (100), pp. 83–93. (In Russian) DOI: 10.22227/1997-0935.2017.1.83-93