**Инновационная система организации,
учета обращения с твердыми коммунальными
и крупногабаритными отходами,
экономического стимулирования их раздельного
сбора и обработки**

**В.А. Марьев¹, Ф.Ф. Гаев¹, С.И. Шканов¹, А.М. Якушина¹, М.Л. Рахманов^{1,2},
Е.Г. Величко³, В.В. Юшин⁴, С.А. Вахрушев⁵, Э.С. Цховребов¹**

¹Научно-исследовательский институт «Центр экологической промышленной политики»
(НИИ «ЦЭПП»), 141006, г. Мытищи, Олимпийский пр-т, д. 42;

²Московский авиационный институт (Национальный исследовательский университет) (МАИ),
125993, г. Москва, Волоколамское шоссе, д. 4, А-80, ГСП-3;

³Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет
(НИУ МГСУ), 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26;

⁴Юго-Западный государственный университет (ЮЗГУ), 305040,
г. Курск, ул. 50 лет Октября, д. 94;

⁵НКО «Коллегия адвокатов № 80 Московской области», 143090, г. Краснознаменск,
ул. Краснознаменная, д. 12

АННОТАЦИЯ

Введение. Представлен подход к созданию и развитию системы раздельного сбора и предварительной обработки твердых коммунальных отходов (ТКО) и крупногабаритного мусора (КГМ). В настоящее время Россия отстает по уровню утилизации отходов, использования вторичных ресурсов. Одна из основных причин — отсутствие экономически эффективной системы управления отходами и вторичными ресурсами. Несмотря на ухудшающуюся экологическую обстановку, закрытие полигонов твердых коммунальных отходов, рост несанкционированных свалок, наметилась тенденция роста тарифов на вывоз и утилизацию ТКО и КГМ, затрагивающая все население России. Данная проблема определяет необходимость поиска новых научно-методических подходов и практических решений в области планирования размещения не только промышленной инфраструктуры утилизации отходов, но и создания системы раздельного сбора и предварительной обработки ТКО и КГМ в источниках их образования, обоснования и оптимизации нормативов накопления этих отходов для граждан.

Материалы и методы. Материалы для проведения научного исследования: правовые акты, стандарты, методические указания и рекомендации, нормативно-техническая документация в области обращения с отходами, опубликованные материалы научных отечественных и зарубежных исследований. Методы научного исследования основаны на использовании факторного, сопоставительного, экспертного видов анализа.

Результаты. Предложена оптимизация системы расчета норматива накопления ТКО и КГМ; снижение финансовой нагрузки на граждан в части тарифов на вывоз мусора; экономическое стимулирование населения к раздельному сбору ТКО с предварительной обработкой компонентов этих отходов до уровня востребованных вторичных ресурсов.

Выводы. Внедрение предложенной системы позволит достичь социально-экономического, экологического, природно-ресурсного, политического эффекта, консолидации общества по решению проблемы ресурсосбережения, использования вторичных ресурсов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: обращение с отходами, твердые коммунальные отходы, крупногабаритный мусор, территориальные схемы по обращению с отходами, вторичные материальные ресурсы, экономическое стимулирование, норматив накопления отходов, жилищно-коммунальное хозяйство, раздельный сбор отходов

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Марьев В.А., Гаев Ф.Ф., Шканов С.И., Якушина А.М., Рахманов М.Л., Величко Е.Г., Юшин В.В., Вахрушев С.А., Цховребов Э.С. Инновационная система организации, учета обращения с твердыми коммунальными и крупногабаритными отходами, экономического стимулирования их раздельного сбора и обработки // Вестник МГСУ. 2019. Т. 14. Вып. 1. С. 46–59. DOI: 10.22227/1997-0935.2019.1.46-59

Innovative system of organization, accounting treatment of solid municipal and bulky waste, economic incentives for their separate collection and processing

Vladimir A. Marev¹, Fedor F. Gaev¹, Sergey I. Shkanov¹, Anastasia M. Yakushina¹,
Mikhail L. Rakhmanov^{1,2}, Evgeniy G. Velichko³, Vasiliy V. Yushin⁴, Sergey A. Vahrushev⁵,
Eduard S. Tskhovrebov¹

¹ Research Institute "Environmental Industrial Policy Centre" (EIPC),
42 Olympic avenue, Mytishchi, 141018, Russian Federation;

² Moscow Aviation Institute (National Research University) (MAI), 4 Volokolamskoe shosse, A-80, GSP-3,
Moscow, 125993, Russian Federation;

³ Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU),
26 Yaroslavskoe shosse, Moscow, 129337, Russian Federation;

⁴ Southwest State University (SWSU), 94 50 years of October st., Kursk, 305040, Russian Federation;

⁵ Non-profit organization "Bar Association No. 80 of Moscow region",
12 Krasnoznamennaya st., Krasnoznamensk, 143090, Russian Federation

ABSTRACT

Introduction. The approach to the creation and development of the system of separate collection and pre-treatment of municipal solid waste (MSW) and bulky waste. At present, Russia is lagging behind in the level of waste disposal, the expedient use of secondary resources. One of the main reasons is the lack of a cost-effective system for managing waste and secondary resources. Despite the deteriorating environmental situation, the closure of landfills for municipal solid waste, the growth of unauthorized landfills, there has been a trend of growth in tariffs for removal and disposal of municipal solid waste (MSW) and bulky waste affecting the entire population of Russia. This problem determines the need to find new scientific and methodological approaches and practical solutions for planning not only the placement of industrial waste disposal infrastructure, but also creating a system for separate collection and pretreatment of MSW and bulky waste in the sources of their formation, justification and optimization of the standards for the accumulation of this waste for citizens.

Materials and methods. Materials for conducting a scientific research are: legal acts, standards, guidelines and recommendations, regulatory and technical documentation in the field of waste management, published materials of domestic and foreign scientific research. The methods of scientific research are based on the use of factor, comparative, expert types of analysis.

Results. Optimization of the system for calculating the standard of accumulation of MSW and bulky waste is proposed; reducing the financial burden on citizens in terms of tariffs for garbage collection; economic incentives for the population to separate the collection of MSW with the pretreatment of the components of this waste to the level of demanded secondary resources.

Conclusions. The introduction of the proposed system will allow achieving socio-economic, environmental, natural resource, political effect, consolidating the society to solve the problem of resource conservation, the use of secondary resources.

KEYWORDS: waste management, municipal solid waste, bulky waste, territorial waste management schemes, secondary material resources, economic incentives, standard of waste accumulation, housing and utilities, separate waste collection

FOR CITATION: Marev V.A., Gaev F.F., Shkanov S.I., Yakushina A.M., Rakhmanov M.L., Velichko E.G., Yushin V.V., Vahrushev S.A., Tskhovrebov E.S. Innovative system of organization, accounting treatment of solid municipal and bulky waste, economic incentives for their separate collection and processing. *Vestnik MGSU* [Proceedings of Moscow State University of Civil Engineering]. 2019; 14:1:46-59. DOI: 10.22227/1997-0935.2019.1.46-59 (rus.).

ВВЕДЕНИЕ

Проблемы организации, учета, мониторинга, регулирования, экономической оценки обращения вторичных ресурсов являются значимыми при реализации курса РФ на устойчивое инновационное развитие, ресурсосбережение, обеспечение экологической безопасности и защиты здоровья граждан от негативных факторов окружающей среды [1–3].

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Проведенный авторами анализ в рамках научных изысканий в области оценки экономиче-

ской эффективности использования вторичных материальных ресурсов, территориальных схем по обращению с отходами, в том числе с ТКО, показал, что нормативы накопления отходов (твердых коммунальных и крупногабаритных), привязанные к человеку как к источнику их образования имеют по субъектам РФ существенное различие и варьируются в большинстве регионов в пределах 1,2–2,5 м³ на человека в год по ТКО и 0,25–0,5 м³ — по КГМ. В связи с этим не представляется возможным точно оценить массу отходов, так как принятая плотность несортированных отходов также имеет достаточно широкий диапазон оценки — от 0,15 до 0,29 т/м³.

В итоге, согласно утвержденным нормам, по различным регионам российский гражданин как индивидум ежегодно образует ТКО и КГМ с разницей почти в 2,5 раза (250 %) с учетом фактора неоднородности морфологического состава данных отходов. В качестве критерия градации принимается во внимание тип жилой собственности (жилой дом в частном секторе или квартира в многоквартирном доме), в некоторых оценках — благоустроенность жилого фонда.

Вместе с тем при расчете тарифов на вывоз и утилизацию отходов, исходя из установленных обобщенных нормативов образования ТКО и КГМ, не учитывается ряд факторов, значимо влияющих на эти показатели. В ходе обоснования нормативов накопления ТКО и КГМ, оценке их плотности, как правило, не принимаются во внимание:

- неравномерность их накопления по климатическим зонам и географическим условиям, периодам года (теплый, холодный), дням недели (рабочие, выходные, праздничные дни), влияющие на морфологический состав отходов;
- существенные различия в насыпной плотности неоднородных компонентов ТКО и КГМ, кроме того, зачастую расчеты по некоторым компонентам осуществляются с учетом приведенного показателя истинной плотности каждого компонента, а не насыпной, отражающей реальную оценку объемного веса отходов; уровень жизни, специфические условия ведения домашнего хозяйства, организации быта в различных регионах и поселениях;
- сезонные особенности проживания населения в летний период (отпуска, каникулы), что значимо сказывается на количестве образующихся отходов.

Существующая система организации сбора полезных компонентов ТКО никак не стимулирует жителей к раздельному сбору вторичных ресурсов [3].

Вместо создания стимулов для населения к раздельному сбору вторичных ресурсов, еще более абсурдным для граждан становится вводимый порядок исчисления норм накопления таких отходов, исходя из расчета на единицу общей площади жилья. Так, распоряжением Минэкологии Московской области от 09.10.2018 № 607-РМ по всему Подмоскovie установлены нормативы накопления как для многоквартирных, так и индивидуальных жилых домов в объеме 0,087 м³ на 1 м² по ТКО и 0,027 м³ на 1 м² в год по КГМ при соотношении 5,765 м³ на 1 т.

Даже, если принять во внимание небольшой двухэтажный дом 6 × 6 м с террасой 6 × 4 м общей площадью около 100 м² из расчета на проживание 1–4 человек, то *норматив накопления ТКО и КГМ на одного человека в год составит* при четверых проживающих — 2,85 м³, при двух — 5,7 м³, при одном жильце — целых 11,4 кубометра или *около двух тонн (!)*. В процессе эксплуатации частного дома общей площадью порядка 200 м² в зависимости от месторасположения в области и зоны действия

регионального оператора по обращению с отходами стоимость вывоза мусора в год может составить от 18 до 22 тыс. руб.

При нормировании образования ТКО и КГМ с 1 м² будет вызывать сомнение обоснованность полученных данных, так как их соотношение, например, при расчете на одного проживающего в трехкомнатной квартире по сравнению с проживающим в однокомнатной составит от 3 до 5 раз. Формирование нормативов накопления указанным выше способом противоречит принятым в большинстве стран мира и в современной России подходам к их определению на одного человека в зависимости от различных условий и факторов [4–6], которые теперь при расчете тарифов и норм во внимание не принимаются. В результате введения таких нормативов и соответственно значительно возрастающей платы за вывоз и утилизацию мусора в первую очередь пострадают одинокие, малосемейные, малоимущие граждане, пенсионеры, живущие в 1–2-комнатных квартирах и в частных домах.

Для большинства граждан страны правомерно возникает насущный вопрос, имеющий социальный, экологический и экономический аспекты: соразмерны ли такие поборы с постепенно снижающимся с учетом инфляции уровнем доходов населения с одной стороны; результативны и адекватны ли эти меры в перспективе, с учетом тенденции неуправляемой ситуации с загрязнением территорий регионов отходами, с другой. Смогут ли население «прокормить» «мусорный» бизнес в требуемых объемах его финансирования?

Перекладывание обеспечения прибыльности «мусорного» бизнеса на кошельки населения России противоречит приоритетам и принципам, заложенным в принятой в 2018 г. Правительством РФ Стратегии развития промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов производства и потребления на период до 2030 г¹. В документе стратегического планирования определено, что источниками финансирования создания и развития отходоперерабатывающей отрасли на перспективу будут являться: государственные федеральные и региональные программы, средства экологического сбора, платежи предприятий за размещение отходов, возмещение ущерба (вреда), нанесенного природной среде в результате загрязнения отходами, программы государственных корпораций, средства частных инвесторов, заемные средства, прибыль по результатам производственной деятельности предприятий, занятых в сфере обращения с отходами, а никак не личные сбережения граждан.

¹ Стратегия развития промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов производства и потребления на период до 2030 года : утв. Распоряжением Правительства РФ от 25.01.2018 № 84-р.

Руководствуясь гражданским и экологическим законодательством, следует отметить и юридическую несостоятельность таких затратных для населения решений «мусорной» проблемы. Ряд граждан в средствах массовой информации задаются вопросом: на каком основании собственник ТКО и КГМ, состоящих из полезных фракций, которые могут быть использованы в качестве вторичного сырья в хозяйственном обороте для производства новой продукции, вместо получения права и возможности реализовать за плату эти ценные вторичные ресурсы (как это повсеместно реализовывалось в СССР и весьма успешно — в настоящее время в странах ЕС, США, Японии) [6–16], уменьшив при этом объем не утилизируемых отходов, обязан оплачивать стоимость вывоза, утилизации или захоронения всей массы образующихся отходов без предъявления полноценного обоснования норматива накопления? Как при этом государство стимулирует субъекта образования отходов к раздельному сбору и их обработке (разборке, сортировке, очистке) в целях выделения полезных фракций, качество которых обеспечит высокий уровень экономической эффективности их использования в виде вторичных ресурсов?

Правовая неурегулированность разрешения данного вопроса определена также и тем, что, например, в системе ЖКХ при расчетах потребления горячей, холодной воды, тепла, а также канализования, в качестве точной расчетной базы — объемов потребления ресурсов используются данные учетных измерительных приборов. Каким образом возможно полноценно и объективно оценить количество образующихся отходов при нежелании населения осуществлять раздельный сбор полезных компонентов ТКО, используемых в качестве вторичных материальных ресурсов, остается до сих пор нерешенной задачей. Проблема состоит не только в недостаточном уровне экологической культуры, но и в отсутствии экономических и иных стимулов к осуществлению крайне полезной для всего общества и чрезвычайно важной для обеспечения экономики природных ресурсов и защиты окружающей среды деятельности каждого российского гражданина.

В данном контексте в территориальных схемах по обращению с отходами вопросы эффективности раздельного сбора обработанных ТКО, особенностей этих процессов с учетом региональных возможностей, перечисленных выше особенностей, условий и факторов не анализируются.

ОБСУЖДЕНИЕ И РЕЗУЛЬТАТЫ

С учетом актуальности и остроты проблемы группой научных работников и специалистов НИИ «Центр экологической промышленной политики» совместно с учеными МГСУ, МИИТа, Курского

ГТУ, юристами в сфере гражданского и экологического права предлагается инновационная система организации, учета обращения с твердыми коммунальными и крупногабаритными отходами, экономического стимулирования их раздельного сбора и предварительной обработки.

Первостепенное значение в новой системе имеет полноценный обоснованный расчет норматива образования ТКО и КГМ на одного человека в год по массе (а не по объему), так как это предусмотрено утвержденной Росстатом и используемой Минприроды России для ведения отчетности в сфере обращения с отходами формы статистического наблюдения 2-ТП (отходы).

Наполнение данной формы по обращению ТКО и КГМ в большинстве случаев не может считаться объективным, точным и обоснованным в силу использования в ряде расчетов показателя истинной плотности при пересчете объема в количество (массу), либо усредненной насыпной плотности по всему составу ТКО (например, в Московской области — $1/5,765 \text{ м}^3/\text{т} = 0,173 \text{ т}/\text{м}^3$) вместо насыпной плотности (объемной массы) по каждому компоненту отходов. Вместе с тем показатели насыпной и истинной плотности разнообразных составляющих ТКО имеют значительное расхождение (табл. 1) [4, 5, 16–18], а содержание каждого компонента по массе и объему существенно различается (табл. 2) [17].

Усредненный морфологический состав ТКО, приведенный в территориальной схеме по обращению с отходами, в т.ч. с твердыми коммунальными отходами Московской области, выглядит следующим образом: пищевые отходы — 34 %; металл — 4 %; текстиль — 3 %; древесные — 6 %; стекло — 12 %; полимеры — 14 %; бумага, картон — 19 %; смет — 6 %; прочие — 2 %.

Для примера рассчитаем массу накопления ТКО и КГМ на одного из двух жителей частного дома в Подмоскovie площадью 100 м^2 по двум вариантам: первый — при суммарном объеме отходов с принятой усредненной плотностью $0,173 \text{ т}/\text{м}^3$, второй — с учетом среднего содержания различных компонентов в ТКО по региону и их объемных весов средней плотностью.

В первом случае, годовое накопление ТКО и КГМ составит: $(0,087 + 0,027) \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot 100 \text{ м}^2 \cdot 0,173 \text{ т}/\text{м}^3/2 \text{ чел.} = 0,986 \text{ т}$ или 986 кг на одного чел. в год.

Второй вариант более точного подсчета норм даже при учете нижнего предела насыпной массы дает следующий результат:

$0,087 \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot 100 \text{ м}^2 \cdot ((0,34 \cdot 0,37 \text{ т}/\text{м}^3 + 0,04 \cdot 0,04 \text{ т}/\text{м}^3 + 0,03 \cdot 0,15 \text{ т}/\text{м}^3 + 0,06 \cdot 0,2 \text{ т}/\text{м}^3 + 0,12 \cdot 0,25 \text{ т}/\text{м}^3 + 0,14 \cdot 0,03 \text{ т}/\text{м}^3 + 0,19 \cdot 0,1 \text{ т}/\text{м}^3 + 0,06 \cdot 0,2 \text{ т}/\text{м}^3 + 0,02 \cdot 0,173 \text{ т}/\text{м}^3) + (0,027 \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot 100 \text{ м}^2 \cdot 0,2 \text{ т}/\text{м}^3)) / 2 \text{ чел.} = 1,195$, т.е. порядка 1 т 195 кг на одного чел. в год.

Табл. 1. Насыпная плотность собранных неуплотненных и истинная плотность компонентов ТКО (по различным источникам)

Table 1. The bulk density of the collected not compacted and the true density of the components of solid municipal waste (from various sources)

Компонент ТКО / Municipal solid waste (MSW) component	Насыпная плотность, кг/м ³ / Bulk density, kg/m ³	Истинная плотность, кг/м ³ (усредненные данные) / True density, kg/m ³ (average data)
Картон / Cardboard	30–70	600–700
Бумага / Paper	40–100	700–1150
Газеты в кипе / Newspapers in a pile	100–120	800
Пищевые отходы / Food waste	370	400–600 (овощи, фрукты, крупа) / (vegetables, fruits, groats)
Дерево / Wood	200–250	600–800 (массивная) / (massive)
Текстиль / Textile	120–160	180–650
Пленка полиэтиленовая / Polyethylene film	13–15	950
ПЭТФ-бутылки / Polyethylene terephthalate bottles	18–38	1350
Прочие полимерные отходы / Other polymer waste	26–36	900–1250
Стеклобой тарный / Broken glass in tara	250–1360	
Стекло в виде тары / Tare glass	300–415	2500
Металл цветной (банки) / Non-ferrous metal (cans)	37–47	2700
Металл черный / Black metal	80–100	7700
Резинотехнические / Rubber technical	240–260	900–1200
Прочее (мелкий мусор, смет) / Other (small garbage, street garbage)	200–625	
Итого, в среднем / Total average	173	
КГМ (в среднем) / Bulky waste (average)	200–500	

Табл. 2. Содержание компонентов ТКО в контейнере по массе и объему

Table 2. Content of MSW in a container by weight and volume

Компонент ТКО / Municipal solid waste (MSW) component	Содержание компонента по массе, % / The content of the component by mass, %	Содержание компонента по объему, % / The content of the component by volume, %
Картон / Cardboard	7	28
Бумага и газеты / Paper and newspapers	34	29
Пищевые отходы / Food waste	26,3	9
Дерево / Wood	1,6	2
Текстиль / Textile	4,6	1,84
Полимерные отходы / Polymer waste	6,2	21
Стекло / Glass	4,4	2
Металл цветной / Colored metal	1,7	2
Металл черный / Black metal	2,8	1
Прочее / Other	11,4	5
Итого / Total	100	100

И та и другая величины явно несоизмеримы с реальным количеством образования ТКО на одного человека. Представим, что даже если житель образует в день 2 кг ТКО (по натурным замерам это примерно килограмм пищевых остатков, очисток, пара стеклянных бутылок или $\frac{3}{4}$ л банок, пустых консервных банок, алюминиевой тары, несколько единиц пищевой полистирольной тары, ПЭТФ 2, 1,5 и 0,5 л, десяток полиэтиленовых пакетов, салфеток, окурков, гигиенических средств (зубочистки, ватные палочки, диски, куски ваты, прокладки и пр.), картонная коробка, поролоновая губка, две единицы полимерной тары из-под бытовой химии, продуктов или средств гигиены, половина квадратного метра оберточной бумаги, фольги, полиэтилена, полруло-

на туалетной бумаги), то в год их количество составит не более 700–730 кг, а никак не 1,5–2 тонны (!).

Особенно новые нормативы накопления затрагивают индивидуальных домовладельцев в сельской местности. В частных домовладениях с приусадебным участком, в составе отходов, подлежащих вывозу, как правило, исключаются применяемые в собственном хозяйстве пищевые, бумага, картон, древесные отходы и остатки, текстиль, оборотные материалы и изделия: стеклотара, пластиковая и металлическая тара. В ряде случаев повторно в приусадебном хозяйстве в ремонтно-эксплуатационных целях используются бутылки ПЭТФ, части и элементы вышедших из употребления электробытовых приборов, устройств, мебели (табл. 3) [19].

Табл. 3. Обобщенные результаты наблюдений в области использования вторичных ресурсов в индивидуальных домовладениях

Table 3. Generalized results of observations in the use of secondary resources in individual households

Направление утилизации / Disposal direction	Виды утилизируемых гражданами отходов (в соответствии с федеральным классификационным каталогом отходов) / Types of waste disposed of by citizens (in accordance with the Federal Waste Classification Catalog)
Компостирование / Composting	Измельченные отходы ветвей, корчевания пней; растительные отходы ухода за древесно-кустарниковыми посадками; отходы малоценной древесины (хворост, валежник, обломки стволов); зелень древесная; растительные отходы при уходе за газонами, цветниками; смет от уборки (листва, травяные остатки); грунт (верхний плодородный слой) от проведения землеройных работ, не загрязненный опасными веществами; осадок земляной от промывки овощей; ботва корнеплодов, растительные остатки овощей, загрязненные землей; выжимки овощные, фруктовые и ягодные; очистки овощного сырья; косточки плодовые; отходы песка незагрязненные; хлебная крошка; скорлупа от куриных яиц; чай загрязненный (в т.ч. пакетики); пищевые отходы кухонь несортированные; зола от сжигания древесного топлива; опилки, шлам древесный шлифовки натуральной чистой древесины / Shredded waste of branches, uprooting stumps; vegetable waste after tree and shrub care; waste of low-value wood (brushwood, deadwood, fragments of trunks); green wood; vegetable waste during care of lawns, flower beds; street litter (foliage, grass residues); soil (upper fertile layer) from carrying out excavation work, not contaminated by hazardous substances; earthen sediment from washing vegetables; haulm of root vegetables, vegetable residues contaminated with soil; vegetable, fruit and berry refuse; peelings of vegetable raw materials; fruit bones; uncontaminated sand waste; breadcrumb; egg shell wastes; polluted tea (including tea bags); kitchen waste food unsorted; ash from burning wood fuel; sawdust, sludge wood grinding natural wood
Получение тепловой энергии (сжигание) / Reception of thermal energy (burning)	Стружка, щепа, обрезь натуральной чистой древесины; продукция из натуральной древесины, утратившая потребительские свойства, незагрязненная; срыв бумаги; использованные книги, журналы, брошюры, каталоги; отходы газет; отходы упаковочной бумаги, картона незагрязненные; обрезки и обрывки смешанных тканей (из натурального сырья, незагрязненные); изделия из натуральных волокон, пригодные для изготовления ветоши; мешки бумажные невлагопрочные (без битумной пропитки, прослойки и армированных слоев), утратившие потребительские свойства, незагрязненные / Shavings, wood chips, waste of natural pure wood; natural wood products that have lost consumer properties, unpolluted; disruption of paper; used books, magazines, brochures, catalogs; waste of newspapers; packaging paper and cardboard waste unpolluted; trimming and snippets mixed fabrics (from natural raw materials, uncontaminated); products made from natural fibers, suitable for the manufacture of rags; non-moisture paper bags (without of bitumen impregnation, interlayer and reinforced layers) that have lost consumer properties, unpolluted
Хозяйственно-эксплуатационные нужды / Economic and operational needs	Лом и отходы фольги из алюминия; отходы пенопласта на основе полистирола; лом и отходы изделий из полистирола; отходы упаковочного картона незагрязненные; лом бетонных изделий, отходы бетона в кусковой форме; бой кирпича; лом и отходы стальные несортированные; лом, отходы изделий из полиэтилентерефталата незагрязненные; стеклотара / Scrap and waste of aluminum foil; waste of foam plastic based on polystyrene; scrap and waste of polystyrene products; unpolluted packaging cardboard waste; scrap of concrete products, waste of concrete in lump form; broken brick; scrap and waste steel unsorted; scrap, waste of polyethylene terephthalate products uncontaminated; glass containers

Битая керамическая и цементная плитка, кирпич, остатки изделий из бетона применяются для устройства дорожек, ландшафтного дизайна; банки и крышки из жести — в качестве мелкоштучной тары, прокладок; стеклотара — для домашнего консервирования, хранения продуктов. Активизируется использование цельных пластиковых бутылок ПЭТФ для хозяйственно-эксплуатационных нужд: сбора и фильтрации дождевых вод; струйно-капельного орошения плодовых культур; защиты крон деревьев от грызунов; бордюрных лент и корневых заслонов; изготовления уборочного инвентаря, отпугивателей грызунов, домиков для птиц, мусорных корзин, шлангов, мини-термопарников для выращивания рассады; декоративных ограждений; контейнеров (5 л) для накопления твердых неопасных отходов [19].

Указанным образом населением страны (по принципу «думай глобально, решай локально») реализуются первостепенные важнейшие общемировые приоритеты и направления обращения с отходами: предотвращение, сокращение их образования и максимально возможное использование в источнике, месте, на объекте их возникновения, формирования, сбора.

Поэтому с учетом целесообразного использования в агрокультурных, хозяйственных нуждах пищевых, древесных отходов, макулатуры, смета (листва, растительная мелочь, минеральные частицы), КГМ (остатки мебели, стройматериалов), даже без учета повторного использования иных вторичных ресурсов (стеклотары, металла) рассчитаем близкое к реальности количество образования твердых коммунальных отходов на данную категорию жителей: $0,087 \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot 100 \text{ м}^2 \cdot (0,04 \cdot 0,04 \text{ т}/\text{м}^3 + 0,03 \cdot 0,15 \text{ т}/\text{м}^3 + 0,12 \cdot 0,25 \text{ т}/\text{м}^3 + 0,14 \cdot 0,03 \text{ т}/\text{м}^3 + 0,02 \cdot 0,173 \text{ т}/\text{м}^3)/2 \text{ чел.} = 0,3807 \text{ т}$, или порядка 381 кг на 1 чел. в год, т.е. ориентировочно в 3–5 раз меньше установленных нормативов накопления, на основании которых взимается плата за вывоз и утилизацию мусора.

Экономическая и ресурсная целесообразность раздельного сбора ценных компонентов отходов не вызывает сомнения. Результаты исследований, проведенных при разработке территориальных схем по обращению с отходами, свидетельствуют о следующем. В Московской области при указанном составе отходов и смешанной системе их сбора на существующих сортировочных станциях возможно выделение до 15 % вторичных ресурсов. Выделение большей их доли возможно либо в результате внедрения раздельного сбора отходов, либо дополнительных инвестиций в сортировочные станции.

По экспертным оценкам, в различных регионах при раздельной системе сбора ТКО по отношению к смешанной, уровень возможного повторного использования компонентов ТКО, являющихся вторичными материальными ресурсами, существенно раз-

личается: макулатура (бумага и картон) — 10–15 % и 85–90 %, пластик — 15 и 85 %, стекло — 40–60 % и 90 %, металл — 50–60 % и 90 % соответственно. При оценке соотношения удельных инвестиций в технологии обработки на мусоросортировочных комплексах раздельно собранных и смешанных ТКО — 223 и 173 руб./м³ в год, т.е. разница в 29 %, годовые приведенные затраты на 1 м³ отходов (даже без учета экономической оценки предотвращенного экологического вреда, разницы в стоимости выделенных вторичных ресурсов) при раздельной системе сбора ТКО составляют 61 руб., смешанной системе — 222 руб. [17], т.е. почти в 3,6 раз меньше за счет существенного снижения эксплуатационных затрат на обработку вторичных ресурсов в целях их доведения до уровня востребованного вторичного сырья, уменьшения затрат на захоронение (в связи со снижением количества не утилизируемых отходов). По данным, приведенным в докладе «О состоянии окружающей среды в г. Москве в 2017 году», в случае организации раздельного сбора отходов в местах их образования, процент вторичных ресурсов, извлекаемых из ТКО, может составить в среднем до 56 %. Особую роль играет раздельный сбор от ТКО — пищевых отходов, имеющих относительно высокую плотность и массу, составляющих по регионам 25–45 % общего объема ТКО.

В результате выявленных противоречий и с учетом постановки проблемы разрешению подлежит задача с тремя неизвестными:

1. Оптимизация системы расчета норматива накопления с учетом всех известных факторов.
2. Снижение финансовой нагрузки на граждан в части тарифов на вывоз мусора.
3. Экономическое стимулирование населения к осуществлению раздельного сбора ТКО и КГМ с предварительной обработкой компонентов таких отходов.

Для решения этой задачи выделим целевую функцию: обеспечение максимально организационно и технически возможного, экономически целесообразного, гигиенически и экологически безопасного извлечения ценных вторичных ресурсов из твердых коммунальных и крупногабаритных отходов для последующего использования в качестве вторичного сырья при минимизации затрат на их обработку на мусоросортировочных комплексах с одной стороны и расходов населения на вывоз мусора по тарифам на основании установленных норм накопления — с другой.

Исходя из проведенного анализа факторов и условий, влияющих на величину норматива накопления ТКО, предлагается методический подход к определению данного показателя в т/чел. в год в виде расчетной зависимости:

$$M_{\text{нак}} = V_{\text{нак}} \cdot \left(\sum_{i=1}^n P v_i \cdot D_i \cdot K_{i_j} \right) \cdot K_{\text{т}} \cdot K_{\text{ж}} \cdot K_{\text{сез}},$$

где $M_{\text{нак}}$ — норматив накопления ТКО на одного человека в год по массе (т/год); $V_{\text{нак}}$ — объем накопления ТКО на одного проживающего в год, м^3 , рассчитанный на человека, а не на единицу площади проживания; D_i — содержание компонентов ($i = 1, 2, 3 \dots n$) в составе твердых коммунальных отходов, КГМ по массе (по перечню, принятому в территориальной схеме усредненному по региону или детализированному в схемах санитарной очистки по муниципальному, городскому округу, сельскому поселению), долей (%/100). Исходя из анализа территориальных схем, в перечень ТКО включаются: пищевые отходы, макулатура (с разбивкой на картон, бумагу, газеты), древесные отходы (куски, стружка), металлолом (черный и цветной), стекло (тара и стеклобой), полимеры (с дифференциацией на ПЭТФ, пластмассу, пластик различных видов, оберточный полиэтилен), резина, текстильные отходы, мелкий мусор и смет, прочие (данная позиция должна подлежать уточнению для применения показателя насыпной плотности). Аналогичный перечень необходим и по КГМ (тара и упаковка, вышедшие из эксплуатации мебель, электронная техника и электротехнические приборы, устройства, строительные материалы и конструкции, сантехника, инвентарь); P_{Vi} — насыпная плотность i -го компонента ТКО, КГМ, $\text{т}/\text{м}^3$; K_{i1} — коэффициент, учитывающий использование i -го компонента ТКО для собственных хозяйственно-бытовых, агротехнических нужд (применяется для жителей индивидуальных домов в сельской местности с приусадебным хозяйством): для пищевых отходов — 0,1 (90 % пищевых отходов употребляется для агротехнических целей — компостирование); для макулатуры и древесных отходов (куски, стружка, опилки, древесно-кустарниковые остатки) — 0,05 (95 % данных отходов используются для собственных нужд (агротехнические — опилки, стружка, пыль, получение тепловой энергии); для садового смета, мелкого мусора — 0,1 (90 % листвы, травяных остатков применяются для компостирования или сжигаются на садовом участке, в составе данного вида отходов остаются мелкие полимерные остатки, гвозди, камни, бой стекла, обрезки тканей, проводов, окурки); для прочих отходов и КГМ (остатки стройматериалов: кирпича, плиток, керамики, древесные) после уточнения перечней может устанавливаться данный коэффициент в пределах 0,2–0,5; K_{i2} — коэффициент, учитывающий фактическое время проживания в домовладении, квартире с учетом отпусков, дачного сезона (применяется в случае получения жителями справок в органах местного самоуправления о месте и сроках проживания в данной местности), дней/365; K_{i3} — коэффициент, учитывающий тип жилья, степень благоустроенности жилищного фонда (квартира в многоквартирном доме, индивидуальное частное домовладение), численность городского и сельского населения, уровень развития социальной инфраструктуры [4, 5, 18], для

определения интервалов значения коэффициента по регионам требуются углубленные научно-практические исследования взаимозависимости данных факторов; $K_{\text{сез}}$ — коэффициент, учитывающий сезонное образование ТКО, долей, %/100 (по приведенным данным [4, 5] на основании многолетних исследований объектов санитарной очистки различных категорий в городах России, выявивших тенденцию изменения среднесезонных норм накопления ТКО: летом — 20 % годового количества, осенью — 30 %, весной — 27 %, зимой — 23 %).

Для обеспечения результативности данного подхода к расчету норматива накопления ТКО и КГМ в сельских и городских поселениях в районах с преимущественно 1–2-этажной застройкой численностью до 5 тыс. чел. (величина может уточняться, исходя из территориальных условий), предлагается перейти на используемый во многих регионах мобильный способ сбора и вывоза данных отходов. Он не предусматривает установление в поселках, СНТ контейнеров и контейнерных площадок. Эти объекты зачастую являются как источником повышенной экологической, гигиенической опасности для населения и окружающей среды из-за захлывания прилегающей территории в связи с несоблюдением графиков вывоза мусора, правил эксплуатации, разворовыванием контейнеров и оборудования на металлолом и по др. причинам, так и затратной статьей для жителей, а также эксплуатирующей контейнерные площадки, вывозящей мусор организации.

Мобильный способ сбора ТКО и КГМ у населения предусматривает:

- сбор предварительно сортированных в оборотные пакеты для мусора различного цвета вместимостью до 10 кг и, по возможности, обработанных (очищенных, вымытых от остатков пищи, иных загрязнений) составляющих ТКО (пластика, стекла, черного, цветного металла, текстиля), а также мелкого мусора, смета, пищевых, древесных отходов, макулатуры — при отсутствии возможности использования в хозяйстве) и отдельно без пакетов — КГМ;
- передача отходов в указанном виде в источнике образования (перед домовладением) в соответствии с согласованным графиком сбора (один–два раза в неделю) представителям мусоровывозящей компании, принимающим отходы посредством объезда домовладений на специальной автомобильной технике (с бункерами для раздельного сбора различных компонентов ТКО и возвратом пакетов для мусора или общим бункером для сбора пакетов с различным содержимым и выдачей новых оборотных пакетов);
- сбор КГМ производится по индивидуальному графику по заявкам жителей.

Повсеместное внедрение такой системы сбора даст возможность региональным операторам по обращению с отходами:

- осуществлять мониторинг состава сдаваемых ТКО и КГМ по компонентам, представляющим ресурсную ценность в разрезе населенных пунктов, сельских поселений, муниципальных, городских округов;

- контролировать уровень использования вторичных ресурсов конкретным домовладельцем для собственных нужд, что повлияет на определение норматива накопления, соответственно, тарифа на вывоз, утилизацию отходов;

- наладить раздельный сбор ТКО и КГМ;
- организовать полноценный объективный обоснованный учет обращения вторичных ресурсов и не утилизируемых отходов;

- снизить затраты на организацию контейнерных площадок, покупку, замену, ремонт, эксплуатацию (обработку, мойку, дезинфекцию) контейнеров, очистку от захламления прилегающих к контейнерным площадкам территорий.

Данная система, учитывающая социально-экономические факторы и условия жизнедеятельности российского гражданина, будет стимулировать жителей индивидуальных домов к максимально технически возможному и гигиенически безопасному использованию вторичных ресурсов для нужд домашнего и приусадебного хозяйства, раздельному сбору и предварительной обработке компонентов ТКО и КГМ, являющихся вторичными ресурсами.

Вместе с тем возрастной и социальный состав населения, уровень его обеспеченности, культуры, уклад жизни, объемы и структура потребления в крупных городах коренным образом отличаются от аналогичных показателей в сельских поселениях и районных центрах. Динамичность и высокий уровень жизни, занятость, отсутствие желания и времени задумываться об экологических проблемах никак не способствуют и тем более не стимулируют граждан к раздельному сбору коммунальных отходов и тем более — их предварительной обработке. Идея ресурсосбережения и использования вторичных ресурсов в целях сохранения природных богатств страны провозглашается лишь на предвыборных кампаниях, показательных акциях городских властей, пиар-акциях «мусорного» бизнеса и на школьных уроках.

Несмотря на это, экономические рычаги такого процесса уже начали обозначаться после введения высоких тарифов на вывоз отходов. Не у всех обеспеченных граждан, а тем более малоимущих слоев, инвалидов, пенсионеров, студентов, рядовых служащих, рабочих и научных работников имеется желание и возможности выделять из собственного бюджета от 10 до 30 тыс. в год «мусорному» бизнесу для построения в нашей стране иллюзорной мусороперерабатывающей отрасли с неясными перспективами и выгодами для населения. Еще большее волнение и сомнения вызывает идея мусоросжигания несортированных отходов, повсеместно

отвергаемая гражданами по результатам общественных слушаний. Степень опасности для здоровья населения и будущих поколений эксплуатации таких объектов в России малоизучена и не может не вызывать справедливых опасений.

Ситуацию может изменить предлагаемый авторами методический подход, позволяющий комплексно подойти к разрешению проблемы: оптимизации расчета норматива накопления с учетом всех известных факторов, снижению финансовой нагрузки на граждан в части тарифов на вывоз мусора, экономическому стимулированию населения к раздельному сбору и обработке компонентов ТКО и КГМ до уровня вторичных ресурсов.

Стратегия данного научно-методического подхода состоит в предоставлении гражданам права и возможностей самим выбирать форму личного организационно-финансового участия в решении проблемы обращения с отходами в нашей стране.

В соответствии с первым и пока единственным вариантом такого участия, навязываемым населению операторами по обращению с отходами, региональными и муниципальными властями, жители обязаны из собственного кармана оплачивать затраты «мусорного» бизнеса на сбор, транспортировку, утилизацию, захоронение и планируемое сжигание коммунальных отходов, обеспечивая сверхприбыли группам компаний. При этом, явно в 2–5 раз завышенный несправедливый норматив накопления ТКО и КГМ на единицу площади жилья устанавливается априорно без проведения общественных обсуждений, научных изысканий, экспертных оценок специалистов, без учета советского, российского, международного передового опыта по налаживанию эффективной системы обращения с отходами.

Предлагаемый авторами альтернативный вариант дает возможность гражданам самим непосредственно участвовать в организационно-экономических процессах обращения с данными видами отходов потребления, получая при этом в виде экономического стимулирования скидку по оплате вывоза и утилизации мусора в системе коммунальных платежей ЖКХ. Базовой составляющей расчета такой скидки в расчете на одного человека будет являться разница между установленным годовым нормативом накопления этих отходов по массе и суммарной годовой величины массы раздельно собранных, предварительно обработанных и принятых на пунктах сбора вторсырья компонентов ТКО и КГМ в виде вторичных ресурсов:

$$M_{\text{тариф}} = M_{\text{н.н.}} - M_{\text{вмр}},$$

где $M_{\text{тариф}}$ — итоговый расчетный норматив накопления с учетом сдачи вторичных материальных ресурсов, т (кг)/год; $M_{\text{н.н.}}$ — установленный годовой норматив накопления ТКО и КГМ соответственно, по массе, т (кг)/год; $M_{\text{вмр}}$ — суммарная годовая величина массы раздельно собранных, предварительно

обработанных и принятых на пунктах сбора вторсырья компонентов ТКО и КГМ в виде вторичных ресурсов, т (кг) /год.

В ряде случаев, для малоимущих семей, пенсионеров, студентов, в целях минимизации итогового расчетного норматива накопления, данная система будет стимулировать не только к сдаче собственных образовавшихся вторичных ресурсов, но и к поиску и сбору таковых в общественных местах, природных зонах, что, в свою очередь, приведет к предупреждению и снижению уровня загрязнения территорий данными видами отходов. Такая полезная общественная деятельность для указанных групп граждан может стать и источником дополнительного дохода от обеспеченных лиц, также желающих снизить конечную массу годового образования отходов, подлежащей тарификации и оплате в системе ЖКХ.

Для практической реализации предлагаемой системы региональным операторам по обращению с отходами необходимо решить следующие организационно-управленческие и правовые задачи:

- определить оптимальное количество стационарных и передвижных пунктов сбора вторсырья исходя из расчета количества охватываемого населения, удобства пользования гражданами, особенностей территориального размещения объектов сбора, экономически целесообразного плеча транспортирования вторичных ресурсов и не утилизируемых отходов;
- разработать типовой комплекс (пункт) сбора вторсырья, определить состав оборудования (весы, бункера, обратная тара, погрузочно-выгрузочное), технических, санитарно-гигиенических устройств, обслуживающего персонала для обеспечения эффективного функционирования (рис. 1);
- обеспечить размещение таких объектов с учетом экологических, санитарно-гигиенических, технических, градостроительных требований, правил, норм;

- утвердить состав ТКО и КГМ по муниципальным районам, сельским поселениям, городским округам, муниципалитетам в мегаполисах, насыщенную плотность (объемные веса) составляющих этих отходов, установить массовое содержание компонентов в общем количестве отходов потребления с учетом сезонности, вида жилфонда и иных описанных выше факторов;

- установить требования к принимаемым вторичным ресурсам (состав, форма и вид при сдаче, необходимость уплотнения, отсутствие твердых и жидких загрязнений, неприятных запахов, предварительная сортировка стекла по цвету, удаление этикеток с тары, запрет на прием компонентов, частей, составляющих отходов 1–3 класса опасности и пр.);

- оборудовать измерительными приборами (весами) спецавтотехнику, осуществляющую мобильный сбор ТКО и КГМ у сельского населения;

- регламентировать и оптимизировать (цвет, вместимость, материал, сроки использования по гигиеническим требованиям) виды оборотной тары для раздельного сбора вторичных ресурсов и не утилизируемых отходов;

- определить формы бумажного и электронного учета обращающихся вторичных ресурсов как для населения (для расчета окончательного индивидуального норматива накопления), так и для регионального оператора;

- определить порядок корректировки норматива накопления для граждан, осуществляющих раздельный сбор и предварительную обработку вторичных ресурсов во взаимодействии с УК ЖКХ, органами местного самоуправления;

- актуализировать принятый в различных регионах порядок определения норматива накопления с учетом обозначенных и проанализированных в статье факторов и условий, приоритетности орга-

Рис. 1. Примерный эскиз пункта сбора вторсырья

Fig. 1. Approximate sketch of the collection point for recyclables

низации и стимулирования раздельного сбора выделяемых из этих отходов вторичных ресурсов;

- определить порядок информирования населения об экономических, экологических результатах деятельности региональных операторов в сфере обращения с отходами.

По мнению ряда граждан, ученых, экспертного сообщества, предложенная система воспринимается обществом с одобрением и надеждой на конструктивное взаимодействие всех заинтересованных сторон: населения, органов власти, бизнеса, общественных объединений.

ВЫВОДЫ

По результатам научных исследований настоящей работы:

- выявлены значительные несоответствия между реальным количеством накопления ТКО и КГМ на одного жителя и установленными нормативными значениями, сформулированы причины такого несоответствия;
- систематизированы факторы и условия, влияющие на величину норматива накопления твердых коммунальных и крупногабаритных отходов;
- предложены методические подходы к расчету норматива накопления ТКО и КГМ с учетом различных факторов и условий;
- определены варианты оптимальной организации системы сбора и вывоза ТКО и КГМ в городах и сельской местности с учетом раздельного сбора и предварительной обработки таких отходов в местах образования;
- обоснованы и предложены меры экономического стимулирования населения к раздельному сбору и предварительной обработке ТКО и КГМ.

Полученные результаты при их внедрении органами местного самоуправления, региональными операторами в муниципальных образованиях, городских округах, сельских поселениях позволят достичь:

- экономического эффекта, связанного с увеличением количества и стоимости выделенных вторич-

ных ресурсов, доведенных до уровня вторичного сырья, снижения себестоимости обработки собранных ТКО и КГМ;

- экологического эффекта, вызванного уменьшением в 3–7 раз поступления не утилизируемых коммунальных отходов на полигонное захоронение;

- природноресурсного эффекта, определенного экономией невозобновляемых природных ресурсов в производственных процессах в результате замещения вторичными ресурсами, выделенными из ТКО и КГМ;

- социально-экономического эффекта, вызванного снижением тарифов для населения на вывоз и утилизацию мусора, а также осознанием гражданами необходимости раздельного сбора этих отходов, их обработки, максимально возможного использования для собственных хозяйственных нужд, эффективным экономическим стимулированием данных процессов;

- организационно-управленческого эффекта, связанного с налаживанием полноценной объективной системы учета, мониторинга обращения с ТКО и КГМ, вторичных материальных ресурсов, выделенных из данных отходов;

- политического эффекта, связанного со снижением напряженности в обществе и протестных настроений из-за нерешаемой «мусорной проблемы», угрозы экологической опасности, роста тарифов для населения в системе ЖКХ.

Авторы статьи, являясь основными разработчиками Стратегии отходоперерабатывающей отрасли [6], используя накопленные теоретические знания, практический опыт в сфере управления, регулирования процессами обращения с отходами на федеральном, региональном и местном уровнях, выражают готовность на высоком профессиональном качественном уровне разработать, экономически обосновать организационно-управленческую систему обращения с ТКО и КГМ с разработкой методических указаний, рекомендаций, правил, проектов правовых актов органов исполнительной власти регионального и местного уровня в данной сфере.

ЛИТЕРАТУРА

1. Цховребов Э.С. Правовые аспекты обеспечения экологической безопасности // ЭКОС. 2008. № 3. С. 13–19.

2. 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.

3. Алексеев А.А., Карлик А.Е., Махатадзе Л.П. Развитие региональной системы управления отхода-

ми: опыт проекта SE500 // Экономика и управление. 2013. № 4 (90). С. 12–18.

4. Мирный А.Н., Федоров Л.Г., Спасский Б.М., Скворцов Л.С., Самойлов В.А., Никогосов Х.Н. и др. Санитарная очистка и уборка населенных мест. М. : Академия коммунального хозяйства им. К.Д. Памфилова, 1997. 318 с.

5. Методические рекомендации по определению и установлению норм накопления ТБО в муниципальных образованиях. М. : ЦМЭП, 2010. 28 с.

6. Robin Murray. Zero waste. Greenpeace Environmental Trust. 2002. 211.
7. Rao S.R. Resource recovery and recycling from metallurgical wastes. Elsevier B.V., Oxford, UK. 2006. Vol. 7. 558 p.
8. Waste prevention in Europe. EEA Report. European Environment Agency. Luxembourg : Publications Office of the European Union. 2015. No. 6. P. 7.
9. Municipal solid Waste in the United States: 2004 Facts and Figures // US EPA Office of Solid Waste and Emergency Response. 2004. Pp. 150–160.
10. Material Recycling — Trends and Perspectives / ed. Dimitris Achilias // Polymer Engineering. 2012. P. 406. DOI: 10.5772/2003
11. Vehlou J. Municipal solid waste management in Germany // Waste Manage. 1996. Vol. 16. Issue 5–6. Pp. 367–374. DOI: 10.1016/s0956-053x(96)00081-5
12. Measuring the environmental impact of waste management system. Integrated solid waste management tools. University of Waterloo, Canada. 2004. P. 45.
13. Tennant-Wood R. Going for zero: A comparative critical analysis of zero waste events in southern New South Wales // Australasian Journal of Environmental Management. 2003. Vol. 10. Issue 1. Pp. 46–55. DOI: 10.1080/14486563.2003.10648572
14. Tartakowski Z., Błędzki A.K. Polymer material recycling systems in Europe // Conf. «POLY-COM-2000». Gomel, 2000. Pp. 17–20.
15. Гринпис России. Жители регионов узнают, где сдать вторсырье. URL: <http://www.greenpeace.org/russia/ru/news/blogs/green-planet/blog/38458/>
16. Шубов Л.Я., Голубин А.К., Девяткин В.В., Погадаев С.В. Концепция управления твердыми бытовыми отходами. М. : ГУ НИЦПУРО, 2000. 72 с.
17. Бабанин И. Мусорная революция. Как решить проблему бытовых отходов с минимальными затратами. М. : ОМННО «Совет Гринпис», 2008. 21 с.
18. Шубов Л.Я., Ставровский М.Е., Шехи-рев Д.В. Технология отходов мегаполиса. Технологические процессы в сервисе. М. : Известия, 2002. 376 с.
19. Шевченко А.С., Величко Е.Г., Цховребов Э.С. Формирование и реализация методических принципов экологического домостроения (на примере бизнес-проекта автономного энергоэффективного комплекса «Экодом») // Вестник МГСУ. 2017. Т. 12. Вып. 4. С. 415–428. DOI: 10.22227/1997-0935.2017.4.415-428

Поступила в редакцию 10 августа 2018 г.

Принята в доработанном виде 17 сентября 2018 г.

Одобрена для публикации 25 декабря 2018 г.

ОБ АВТОРАХ: **Марьев Владимир Александрович** — руководитель Научно-методического центра управления отходами и вторичными ресурсами, **Научно-исследовательский институт «Центр экологической промышленной политики» (НИИ «ЦЭПП»)**, 141006, г. Мытищи, Олимпийский пр-т, д. 42, vmaryev@yandex.ru;

Гаев Федор Федорович — кандидат технических наук, заместитель начальника отдела методологии управления отходами и вторичными ресурсами, **Научно-исследовательский институт «Центр экологической промышленной политики» (НИИ «ЦЭПП»)**, 141006, г. Мытищи, Олимпийский пр-т, д. 42, info@fgunitspuro.ru;

Шканов Сергей Иванович — научный сотрудник, **Научно-исследовательский институт «Центр экологической промышленной политики» (НИИ «ЦЭПП»)**, 141006, г. Мытищи, Олимпийский пр-т, д. 42, Shkanov1@mail.ru;

Якушина Анастасия Михайловна — научный сотрудник, **Научно-исследовательский институт «Центр экологической промышленной политики» (НИИ «ЦЭПП»)**, 141006, г. Мытищи, Олимпийский пр-т, д. 42, a.yakushina@eipc.center;

Рахманов Михаил Львович — доктор технических наук, профессор, **Московский Авиационный институт (Национальный исследовательский университет) (МАИ)**, 125993, г. Москва, Волоколамское шоссе, д. 4, А-80, ГСП-3; главный научный сотрудник, **Научно-исследовательский институт «Центр экологической промышленной политики» (НИИ «ЦЭПП»)**, 141006, г. Мытищи, Олимпийский пр-т, д. 42, domrml@yandex.ru;

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

Юшин Василий Валерьевич — кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой охраны труда и окружающей среды, **Юго-Западный государственный университет (ЮЗГУ)**, 305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, д. 94, ushinvv@mail.ru;

Вахрушев Сергей Анатольевич — адвокат, **НКО «Коллегия адвокатов № 80 Московской области»**, 143090, г. Краснознаменск, ул. Краснознаменная, д. 12, Vah_61@mail.ru;

Цховребов Эдуард Станиславович — кандидат экономических наук, доцент, **Научно-исследовательский институт «Центр экологической промышленной политики» (НИИ «ЦЭПП»)**, 141006, г. Мытищи, Олимпийский пр-т, д. 42, rebrovstanislav@rambler.ru.

REFERENCES

1. Tskhovrebov E.S. Legal aspects of ensuring environmental safety. *ECOS*. 2008; 3:13-19. (rus.).
2. Kuprin R.G., Tshovrebov E.S., Nijazgulov U.D. Legal maintenance and economic regulation of the reference with a waste and secondary resources. *Quality. Innovation. Education*. 2018; 2(153):62-70. (rus.).
3. Alekseev A.A., Karlik A.E., Mahatadze L.P. Development of a regional waste management system: project experience SE500. *Economics and Management*. 2013; 4(90):12-18. (rus.).
4. Mirnyy A.N., Fedorov L.G., Spasskiy B.M., Skvortsov L.S., Samoylov V.A., Nikogosov Kh.N. et al. *Sanitary cleaning and cleaning of populated areas*. Moscow, Academy of Public Utilities named after K.D. Pamfilova Publ., 1997; 609. (rus.).
5. *Guidelines for the definition and establishment of norms for the accumulation of solid waste in municipalities*. Moscow, Research Institute "Center for Environmental Industrial Policy" Publ., 2010; 28. (rus.).
6. Robin Murray. *Zero waste*. Greenpeace Environmental Trust. 2002; 2011.
7. Rao S.R. *Resource recovery and recycling from metallurgical wastes*. Elsevier B.V., Oxford, UK. 2006; 7:558.
8. *Waste prevention in Europe. EEA Report*. European Environment Agency. Luxembourg, Publications Office of the European Union, 2015; 6:7.
9. Municipal Solid Waste in the United States: 2004 Facts and Figures. *US EPA Office of Solid Waste and Emergency Response*. 2004; 150-160.
10. Material Recycling — Trends and Perspectives / ed. Dimitris Achilias. *Polymer Engineering*. 2012; 406. DOI: 10.5772/2003
11. Vehlow J. Municipal solid waste management in Germany. *Waste Manage*. 1996; 16(5-6):367-374. DOI: 10.1016/s0956-053x(96)00081-5
12. *Measuring the environmental impact of waste management system. Integrated solid waste management tools*. University of Waterloo, Canada. April. 2004; 45.
13. Tennant-Wood R. Going for zero: A comparative critical analysis of zero waste events in southern New South Wales. *Australasian Journal of Environmental Management*. 2003; 10(1):46-55.
14. Tartakowski Z., Błędzki A.K. Polymer material recycling systems in Europe. *Conf. "POLYCOM-2000"*. Gomel, 2000; 17-20.
15. *Greenpeace Russia. Residents of the regions will find out where to return recycled materials*. URL: <http://www.greenpeace.org/russia/ru/news/blogs/greenplanet/blog/38458/> (rus.).
16. Shubov L.Ya., Golubin A.K., Devyatkin V.V., Pogadaev S.V. *Concept of management of solid domestic waste*. Moscow, GU NITsPURO Publ., 2000; 72. (rus.).
17. Babanin I. *Garbage revolution. How to solve the problem of household waste with minimal cost*. Moscow, Greenpeace Council Publ., 2008; 21. (rus.).
18. Shubov L.Ya., Stavrovskiy M.E., Shekhirov D.V. *Technology waste of the megacity. Technological processes in the service*. Moscow, Izvestiya Publ., 2002; 376. (rus.).
19. Shevchenko A.S., Velichko Eu.G., Tskhovrebov E.S. Development and implementation of methodological principles of ecological house construction (the case of business project of the autonomous energy-efficient complex "Eco-House"). *Vestnik MGSU [Proceedings of Moscow State University of Civil Engineering]*. 2017; 12(4):415-428. DOI: 10.22227/1997-0935.2017.4.415-428 (rus.).

Received August 10, 2018.

Adopted in a modified form on September 17, 2018.

Approved for publication December 25, 2018.

ABOUT THE AUTHORS: **Vladimir A. Marev** — Head of the Scientific and methodological center waste and secondary resources management, **Research Institute "Environmental Industrial Policy Centre" (EIPC)**, 42 Olympic avenue, 141018, Mytishchi, Russian Federation, vmarev@yandex.ru;

Fedor F. Gaev — Candidate of Technical Sciences, Deputy head of waste and secondary resources management methodology Department, **Research Institute "Environmental Industrial Policy Centre" (EIPC)**, 42 Olympic avenue, 141018, Mytishchi, Russian Federation, info@fgunitspuro.ru;

Sergey I. Shkanov — research associate, **Research Institute "Environmental Industrial Policy Centre" (EIPC)**, 42 Olympic avenue, 141018, Mytishchi, Russian Federation, Shkanov1@mail.ru;

Anastasia M. Yakushina — research fellow, **Research Institute "Environmental Industrial Policy Centre" (EIPC)**, 42 Olympic avenue, 141018, Mytishchi, Russian Federation, a.yakushina@eipc.center;

Mikhail L. Rakhmanov — Doktor of Technical Sciences, Professor, **Moscow Aviation Institute (National Research University) (MAI)**, 4 Volokolamskoe shosse, A-80, GSP-3, Moscow, 125993, Russian Federation; chief researcher, **Research Institute "Environmental Industrial Policy Centre" (EIPC)**, 42 Olympic avenue, 141018, Mytishchi, Russian Federation, domrml@yandex.ru;

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

Vasiliy V. Yushin — Candidate of Technical Sciences, Associate professor, Head of the Department of labor and environmental protection, **The Southwest State University (SWSU)**, 94 50 years of October st., Kursk, 305040, Russian Federation, ushinvv@mail.ru;

Sergey A. Vahrushev — lawyer, **Non-profit organization “Bar Association No. 80 of Moscow region”**, 12 Krasnoznamennaya st., Krasnoznamensk, 143090, Russian Federation, Vah_61@mail.ru;

Eduard S. Tskhovrebov — Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, **Research Institute “Center for Environmental Industrial Policy” (EIPC)**, 42 Olympic avenue, Mytishchi, 141006, Russian Federation, rebrovstanislav@rambler.ru.