

ПЕРСПЕКТИВЫ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ В ГОРОДЕ МОСКВЕ

Кудрявцева Ольга Владимировна
д.э.н., профессор
МГУ имени М. В. Ломоносова,
Экономический факультет
(г. Москва, Россия)

Солодова Мария Александровна
Аспирант
МГУ имени М.В. Ломоносова,
Экономический факультет
(г. Москва, Россия)

Корневская Дарья Сергеевна ,
Кутубаева Роза Жаныбековна ,
Тишкова Анна Александровна ,
Щевьёва Любовь Сергеевна ,
Студенты бакалавриата
МГУ имени М.В. Ломоносова,
Экономический факультет
(г. Москва, Россия)

Аннотация

Проблема переработки твердых коммунальных отходов стоит очень остро для многих городских агломераций мира, и Москва не является исключением. Для преодоления сложившегося кризиса системы обращения с отходами в Москве был введен ряд институтов и мер федерального и муниципального масштаба. Новая стратегия города

Кудрявцева О.В., e-mail: olgakud@mail.ru

Корневская Д.С., e-mail: dariakorenevskaja@gmail.com

Кутубаева Р.Ж., e-mail: kutubaeva@gmail.com

Солодова М.А., e-mail: m.damianne@gmail.com

Тишкова А.А., e-mail: tishkovaanna555@gmail.com

Щевьева Л.С., e-mail: lubashch1189@yandex.ru

Москвы не является устойчивой вследствие тенденции к использованию наименее предпочтительных механизмов обращения с отходами – захоронения и сжигания – и зависимости от возможностей транспортировки отходов в другие регионы. В статье приведена краткая характеристика системы обращения с ТКО в Москве и предлагается комплексная стратегия управления, в основе которой лежит вовлечение участников отношений, связанных с ТКО, в процесс переработки на всех стадиях жизненного цикла отходов.

Ключевые слова: твердые коммунальные отходы, переработка отходов, экономика замкнутого цикла (циркулярная экономика), устойчивое развитие.

JEL коды: Q53, Q56, O18.

Введение

Твердые коммунальные отходы (ТКО) – это отходы, образованные в результате конечного потребления, а также товары, которые потеряли свои потребительские свойства. На сегодняшний день проблема утилизации ТКО в мировом сообществе стоит очень остро в связи с ростом численности городского населения, а также повсеместным распространением идеологии общества потребления. Согласно данным Всемирного банка, в 2016 г. в городах мира образовалось 2 млрд тонн ТКО, и при сохранении текущих тенденций к 2050 г. этот показатель увеличится до 3,4 млрд тонн в год¹.

Тенденция роста объемов образования отходов прослеживается также и в России, особенно остро проблема стоит для крупных городов и населенных пунктов. Так, согласно данным муниципальной статистики, в 2016 г. в Москве официально вывезено для дальнейшей переработки или захоронения 6,6 млн тонн твердых коммунальных отходов, или около 500 кг в пересчете на одного жителя столицы. Порядка 90% ТКО отправляется на полигоны, 6% сжигается и только 4% перерабатывается.

Помимо указанных объемов часть мусора отправляется на обустроенные полигоны, не попадая в официальный учет и статистику, также формируются стихийные несанкционированные свалки; часть мусора сжигается вне специализированных учреждений по утилизации отходов. Таким образом, проблема недостатка мощностей по утилизации и размещению отходов в Москве и Московской области усугубляется ростом негативного влияния на экологическую ситуацию и качество жизни, повышением эколого-экономических рисков и, как следствие, негативным общественным резонансом.

¹ См. подробнее: World Bank Solid Waste Management [Электронный ресурс]

1. Обзор литературы

1.1. Актуальность проблемы утилизации отходов

С проблемой обращения с отходами, которая так остро стоит на сегодняшний день для Московского региона, сталкивались многие развитые и развивающиеся страны уже начиная с 80-х гг. XX в.: полигоны для захоронения отходов стали заполняться, и перед обществом встала необходимость поиска новых способов утилизации отходов.

Так, в 1987–1989 гг. в Северной Америке СМИ подробно освещали «кризис свалок»². Самым обсуждаемым и резонансным случаем выступила история про баржу *The Mobro 4000*, которая преодолела более чем 8000 км в поисках места для выгрузки более 3000 тонн мусора из штата Нью-Йорк³. Этот случай ярко проиллюстрировал кризис подхода, повсеместно практиковавшегося тогда по отношению к ТКО, – «выбросим отходы где-нибудь в другом месте». Когда в 1988 и в 1989 гг. на пляжи Нью-Йорка и Нью-Джерси оказались выброшены медицинские отходы, население США снова оказалось повергнуто в шок: в разгар пляжного сезона на песке лежало бесчисленное множество использованных шприцев. Именно в эти годы пика достигла обеспокоенность людей вирусом иммунодефицита человека, и многие считали, что источником этого вируса являются использованные медицинские отходы⁴. В том же году и Канада столкнулась с кризисом ТКО. Мусорные полигоны Торонто не справлялись с поступающими потоками, ситуация обострялась и начинала представлять угрозу здоровью населения города.

С тех пор данный вопрос не потерял своей актуальности. Так, в 2004 г. очередной «мусорный кризис» разразился на юге Италии. Проблема с утилизацией отходов там достигла таких катастрофических размеров, что некоторые исследователи стали связывать повышающиеся уровни заболеваний раком в регионе с проблемами утилизации отходов⁵. Население местности неподалеку от Неаполя и Салерно производило больше мусора, чем полигоны этой области могли переработать. Организованная преступность пользовалась положением и всячески извлекала прибыль из теневой экономики отходов. Эксперты были очень озабочены здоровьем итальянцев, проживающих в этом регионе, который даже прозвали «треугольником смерти».

Проблема обращения с отходами приобрела глобальный характер, и в настоящее время управление ими включено в качестве задачи в Цель устойчивого развития ООН № 12 «Обеспечение устойчивых моделей потребления и производства» (подробнее о Целях устойчивого развития и их адаптации для России⁶).

До сих пор шел разговор об обращении с отходами в развитых странах, однако развивающиеся страны также сталкиваются с проблемами в части обращения с городскими отходами. В результате высокой плотности и положительной динамики численности населения,

² См. подробнее: *Kiser J.V.L.* (2014)

³ См. подробнее: *Bernstad A.* [и др.] (2016)

⁴ См. подробнее: *Wagner T.* (2007)

⁵ См. подробнее: *Senior K., Mazza A.* (2004)

⁶ См. подробнее: *Бобылев С.Н., Кудрявцева О.В., Соловьева С.В., Ситкина К.С.* (2018)

роста продолжительности жизни, развития экономики и ускоренной урбанизации объемы отходов, образуемых городами, также растут⁷. Неадекватное управление отходами в таких странах может привести к загрязнению воды, почвы и атмосферы, что, в свою очередь, может оказывать негативное воздействие на здоровье людей. Так, за десять лет гражданской войны, начавшейся в 1991 г., в Могадишо, Сомали, накопились горы мусора, которые лежали на улицах города⁸. Солдаты пользовались этой ситуацией и зарабатывали тем, что останавливали действия по очистке улиц от отходов и требовали денег за их возобновление.

1.2. Способы утилизации отходов

Обзор существующих технологий по обращению с отходами следует начать с представления иерархии методов обращения с отходами, которую предложил Ад Лансинк еще в 1979 г. В соответствии с «лестницей Лансинка» стратегию по обращению с отходами следует выстраивать таким образом, чтобы максимальное количество отходов было обработано наиболее приоритетным методом. Однако следует отметить, что при должном регулировании однозначно непригодных способов обращения с отходами не существует: на выбор подходящих технологий в каждом конкретном случае влияет множество факторов, включая доступность ресурсов, специфику институциональной среды, общественное мнение.



Рисунок 1. Иерархия методов обращения с отходами⁹

На практике ряд передовых «зеленых» экономик стремится к соотношению подходов к обращению с отходами, предложенному Лансинком. Однако для множества развивающихся стран, включая Россию, наиболее распространенным способом является захоронение на полигонах, в то время как переработке и сокращению образования отходов уделяется значи-

⁷ См. подробнее: *Minghua Z.* [и др.]. (2009)

⁸ См. подробнее: *Achankeng E.* (2003)

⁹ Составлено на основании United Nations Environment Programme Global Waste Management Outlook (2015); World Bank Solid Waste Management [Электронный ресурс]

тельно меньшее внимание. Далее мы приведем краткую характеристику подходов и отдельных технологий обращения с отходами.

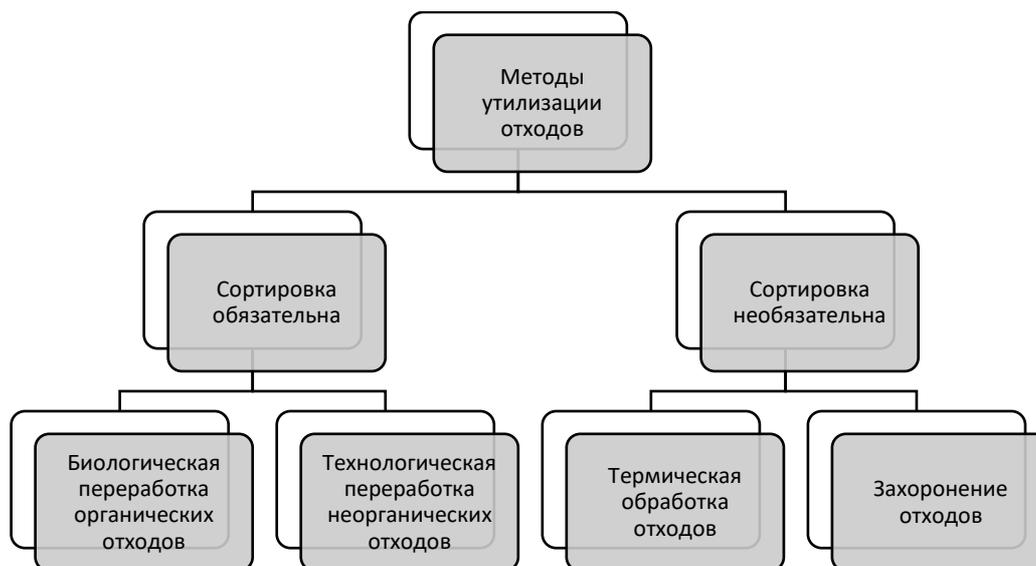


Рисунок 2. Методы обращения с отходами

Захоронение отходов на полигонах достаточно популярно благодаря относительной простоте и дешевизне. Полигоны твердых коммунальных отходов можно определить как специальные сооружения, предназначенные для изоляции и обезвреживания отходов, которые должны гарантировать санитарно-эпидемиологическую безопасность населения¹⁰. Важно разделять понятия полигонов и несанкционированных свалок: устройство и функционирование полигонов регулируется соответствующими стандартами, уменьшая тем самым ущерб, наносимый здоровью населения и окружающей среде, в то время как свалки наносят им непосредственный и неконтролируемый урон.

Сторонники данного метода часто придерживаются мнения, что на полигонах не утилизируются опасные отходы, которые вредят окружающей среде и негативно влияют на здоровье людей. Однако на практике проверить наличие или отсутствие опасных отходов в потоке несортированного мусора представляется почти невозможным. В 90-е гг. проблема начала активно обсуждаться в США¹¹. Авторы подробно рассказывали о потенциальной опасности полигонов для подземных вод и описывали феномен NIMBY («not in my back yard») – синдром, согласно которому люди не хотят, чтобы в их районе создавался полигон, хотя понимают, что почти все соседние полигоны заполнены практически полностью.

В другой работе¹² также отмечалось, что захоронения коммунальных отходов на полигонах являются одной из главных угроз для заражения подземных вод. Авторы работы писали, что некоторые твердые отходы имеют тенденцию разлагаться, после чего из свалочного тела может выделиться вода, которая образует сильно загрязненный фильтрат. Фильтрат

¹⁰ Министерство здравоохранения Российской Федерации. Гигиенические требования к устройству и содержанию полигонов для твердых бытовых отходов, 2001.

¹¹ См. подробнее: Lee G. F., Jones R. A. (1991)

¹² См. подробнее: Fatta D., Papadopoulos A., Loizidou M. (1999)

проникает в верхний слой почвы вместе с дождевой водой, после чего загрязненная вода попадает в подземные воды. В целом абсолютное количество такого загрязненного фильтрата на полигонах невысоко, но уровень загрязнения настолько высок, что создается реальная угроза для грунтовых вод¹³.

Помимо перечисленных выше экологических рисков функционирование полигонов неэффективно с точки зрения использования материальных ресурсов и земли: де-факто обращения с отходами как такового не происходит, они просто складываются в специально оборудованном месте. Существование полигонов сопряжено с высвобождением свалочного газа, который в отсутствие специализированного оборудования попадает в атмосферу, загрязняя ее и внося вклад в выбросы парниковых газов. Большая часть рисков, а также стоимость рекультивации ложатся бременем на будущее поколение, что также противоречит устойчивому развитию. Однако в ряде случаев оборудование мусорных полигонов является единственной доступной опцией с точки зрения финансирования.

Более предпочтительными способами обращения с отходами являются термическая обработка, биологическая переработка органических отходов и переработка неорганических отходов. Далее более подробно остановимся на опциях термической обработки отходов: сжигании, газификации, пиролизе.

Наиболее распространенным термическим способом обработки отходов на сегодняшний день является сжигание. Оно получило распространение в конце XIX в. как один из наиболее удобных способов первичной обработки отходов, который при этом позволяет получать от процесса утилизации отходов дополнительную энергию. Многокомпонентность ТКО – одна из основных причин, по которым возникает проблема с утилизацией этих отходов, и прямое сжигание призвано ее решить. Обычно за процессом сжигания следует захоронение образовавшейся золы на специальном полигоне.

Современные технологии, используемые на мусоросжигательных заводах в развитых странах, позволяют обрабатывать значительный (в среднем 500 тыс. тонн в год) поток отходов, минимизировать выбросы в атмосферу; использование технологий регенерации энергии в процессе сжигания позволяет сократить выбросы парниковых газов, которые имели бы место при использовании топлива. Среди прочих положительных моментов данного метода исследователи называют возможность уничтожения различных отходов и их обезвреживание под действием высоких температур. Сжигание минимизирует риски загрязнения почвы и подземных вод по сравнению с захоронением ТКО на полигонах.

Однако по сравнению с газификацией и пиролизом риски выбросов диоксинов и фуранов сравнительно высоки, а энергоэффективность уступает показателям, которые могут быть достигнуты с использованием газификации¹⁴. Также для строительства мусоросжигательных заводов необходимы значительные капитальные вложения, найти которые в бюдже-

¹³ См. подробнее: *Трифорова Т. А.* [и др.]. (2013)

¹⁴ См. подробнее: *Dong J.* [и др.] (2018)

те страны или региона часто бывает непросто. В целом отмечается, что в мире наметилась тенденция отказа от прямого сжигания мусора¹⁵.

Прогрессивный термический способ переработки твердых бытовых отходов – это их газификация. Благодаря этому методу ТКО могут быть использованы для производства тепла и электроэнергии с минимальным вредом окружающей среде.

В исследованиях¹⁶ отмечается, что газификация во многом превосходит сжигание ТКО. Так, для процесса газификации требуется намного меньше кислорода, чем для сжигания, что сказывается на стоимости газоочистного оборудования – для газификации оно дешевле.

Многие исследователи отмечают технологическую эффективность одного конкретного вида газификации твердых бытовых отходов – плазменной газификации ТКО¹⁷. Уникальность данного процесса обусловлена интенсификацией плазмохимических превращений и высокой концентрацией энергии в единице объема. Плазменная газификация может быть использована для разрешения достаточно широкого круга задач и для переработки 98% отходов. Следует отметить, что для переработки ТКО с помощью плазменной газификации отходы нужно тщательно подготавливать, мощность такого процесса также достаточно ограничена. По сравнению с устоявшимися технологиями газификации ТКО, например газификацией в кипящем слое, технологический процесс плазменной газификации пока что еще отличается низкой энергоэффективностью.

Наконец, последний вид термической переработки отходов – пиролиз. Активное использование данного метода в сфере переработки отходов началось в 70-х гг. XX в., в период «нефтяного бума». Распространение пиролиз получил в Японии, Дании, США и других развитых странах. Технология данного метода заключается в необратимом химическом изменении отходов под влиянием температуры без доступа кислорода. Соответственно пиролиз можно разделить на низкотемпературный (до 900 °С) и высокотемпературный (свыше 900 °С).

Среди преимуществ пиролиза эксперты называют эффективность в предотвращении загрязнения окружающей среды и сравнительно малые капитальные затраты. После завершения процесса пиролиза не происходит восстановления тяжелых металлов, что является дополнительным плюсом данного способа утилизации отходов. Также при высокотемпературном пиролизе не предъявляются жесткие требования к исходному сырью, а потому утилизироваться с помощью этого способа могут и неотсортированные отходы¹⁸. Однако для пиролиза помимо прочего требуются существенные затраты энергии на предварительную обработку сырья, протекание эндотермических реакций в рамках технологического процесса, а также очистку продуктов пиролиза. Это может служить причиной того, что предпочтение в

¹⁵ См. подробнее: *Сопилко Н. Ю.* (2011)

¹⁶ См. подробнее: *Klein A.* (2012)

¹⁷ См. подробнее: *Dong J.* [и др.] (2018)

¹⁸ См. подробнее: *Бабухина Е.Е., Адамов А.П.* (2017)

теоретических исследованиях отдается газификации как наиболее устойчивой технологии в рамках продуманной системы утилизации ТКО¹⁹.

Одним из наиболее распространенных способов биологической утилизации органических отходов является компостирование.

Компостирование представляет собой «контролируемое аэробное биологическое разложение органического вещества в гумусоподобный продукт, который называется компостом». Этот процесс аналогичен естественному разложению, но при компостировании разложение проходит быстрее за счет микробного роста. В ходе компостирования выделяется энергия, которая частично потребляется метаболическими процессами, а частично выделяется в виде тепла²⁰.

Компост используют в качестве ценного органического удобрения для городского озеленения и сельского хозяйства (биотоплива для теплиц).

Среди плюсов данного способа утилизации следует отметить создание условий, при которых большинство болезнетворных микроорганизмов погибают, что делает компост хорошим «сырьем». Технологические мероприятия помогают нормировать количество полезных веществ и содержание солей тяжелых металлов. Также следует заметить, что компостирование превосходит в качестве метода переработки отходов захоронения ТКО на полигонах, так как при компостировании сокращаются выбросы парниковых газов²¹.

Кроме того, в результате компостирования объем отходов может быть уменьшен на 50–85%²².

К недостаткам компостирования можно отнести необходимость хорошей сортировки отходов для получения высококачественного вторичного продукта²³.

Нужно также отметить, что компостирование несет в себе определенные риски для окружающей среды. Так, ненадлежащее соблюдение технологического процесса может привести к созданию анаэробных условий и, как следствие, выбросу метана, углекислого газа и летучих органических соединений в атмосферу. Как и в случае захоронения отходов, существуют риски попадания фильтрата из компостных сооружений в почву. Ненадлежащий контроль состава компоста также грозит попаданием больших концентраций тяжелых металлов в почву²⁴.

Еще одним способом биологической переработки отходов является анаэробное сбраживание, при котором в отсутствие кислорода анаэробные микроорганизмы перерабатывают органические отходы в биогаз, по большей части состоящий из метана. Также продуктом

¹⁹ См. подробнее: *Dong J.* [и др.] (2018)

²⁰ См. подробнее: *Atalia K. R.* [и др.] (2015)

²¹ См. подробнее: *Bernstad A.* [и др.] (2016)

²² См. подробнее: *Sharholy M., Ahmad K.* (2008)

²³ См. подробнее: *Сёмин Е. Г.* [и др.] (2014)

²⁴ См. подробнее: United Nations Environment Programme Sound practices. Composting

анаэробного сбраживания является перегной, который можно использовать в качестве удобрения.

Анаэробное сбраживание помогает предотвратить большую часть рисков, характерных для компостирования. Однако технологический процесс характеризуется нестабильностью и чувствительностью к термическим условиям и составу отходов, в результате чего производительность переработки по сравнению с другими технологиями невысока, а создание перерабатывающего комплекса требует существенных инвестиций²⁵.

Нужно отметить, что вне зависимости от метода, выбранного для обработки органических отходов, критически важно отделять их от прочих коммунальных отходов непосредственно на месте возникновения. Эффективность последующего отделения органических отходов на сортировочной станции крайне низка и несет риски для здоровья персонала. Также несортированный органический мусор загрязняет неорганические отходы, потенциально пригодные для переработки, снижая тем самым и рентабельность такой переработки²⁶.

2. Мировой опыт

2.1. Мировые стандарты управления отходами

Будучи актуальной проблемой для многих стран мира, управление отходами находится в фокусе внимания и крупнейших международных организаций. Согласно позиции управляющего совета в рамках Программы ООН по окружающей среде (UNEP), обращение с отходами хоть и не находится в числе важнейших драйверов изменения климата, но является критически важным звеном при системном подходе к сокращению выбросов парниковых газов²⁷. Отмечается, что эффективное управление отходами не только упрочняет все три столпа устойчивого развития – экономический, экологический и социальный, но и является интегрирующим фактором, прямо или косвенно влияющим на более чем половину целей устойчивого развития²⁸. На основании анализа опыта и специфики обращения с отходами в разных странах составлен ряд рекомендаций по формированию стратегий управления отходами в масштабах как города²⁹, так и страны³⁰. Согласно указанным документам, ключевыми пунктами для формирования сбалансированной системы управления отходами являются: разделение отходов на месте их образования, вовлечение всех заинтересованных сторон в процесс формирования системы, создание качественной институциональной среды, создание условий для финансовой устойчивости, учет как текущих, так и будущих потребностей в обращении с отходами.

В то время как часть стран только встает на путь системного управления отходами, наиболее экономически развитые государства уже находятся на шаг впереди, активно внед-

²⁵ См. подробнее: *Xu F.* [и др.] (2017)

²⁶ См. подробнее: UN Institute for training and research *Guidelines for National Waste Management Strategies: Moving from Challenges to Opportunities* (2012)

²⁷ См. подробнее: United Nations Environment Programme *Global Waste Management Outlook* (2015)

²⁸ См. подробнее: United Nations Environment Programme *Waste and climate change* (2010)

²⁹ См. подробнее: UN-HABITAT *Solid waste management in the world's cities* (2010)

³⁰ См. подробнее: UN Institute for training and research *Guidelines for National Waste Management Strategies: Moving from Challenges to Opportunities* (2012)

ря концепцию экономики замкнутого цикла в теоретические исследования и реальные бизнес-процессы.

Ключевая идея циркулярной экономики состоит в уходе от концепции линейного потребления, рассматривающего жизненный цикл продукта до момента реализации его потребительской ценности, совершенно упуская из внимания все, что происходит после. В замкнутой системе понятия «отходы» не существует: все остаточные материалы рассматриваются как ресурсы и в максимально возможном объеме возвращаются обратно в систему производства. В части органических материалов речь идет о максимальном извлечении пользы и экологических способов обращения с получением энергии. В части материалов искусственного происхождения делается упор на продление жизненного цикла продуктов, переход на сервисную модель, технологические инновации: создание продукта должно предусматривать его максимальную утилизацию для создания последующих продуктов после его прихода в негодность³¹.

Так, ЕС в 2015 г. утвердил план по переходу к экономике замкнутого цикла, ключевые показатели которого регулярно оцениваются и анализируются. В дополнение к плану существует отдельная стратегия по использованию различных видов пластика в экономике замкнутого цикла, а также ведется регулярная отчетность об использовании исчерпаемых ресурсов.

Несмотря на разработанность проблематики мировым сообществом, универсального рецепта по формированию стратегии управления отходами не существует. Однако анализ успешных программ отдельных территорий по утилизации отходов может оказаться полезным для определения ключевых особенностей и соответствующих решений для управления отходами в Москве и Московской области.

Для целей нашей статьи подробно остановимся на кейсах построения системы обращения с отходами с общим и раздельным потоком отходов.

2.2. Управление отходами в Стокгольме (Швеция)

В качестве первой практики стоит обратиться к Швеции как к одной из передовых «зеленых» экономик мира.

Лишь 1% из всех ТБО Швеции отправляется на полигоны, остальные отходы поровну отправляются в переработку и на мусоросжигательный завод. Благодаря налаженной системе сортировки бытовых отходов страна способна либо использовать заново свои отходы, либо превращать их в энергию.

За сорок лет, с 1975 по 2015 г. Швеция увеличила степень утилизации отходов с 38 до 99%. Секретом успеха страны оказалась ориентация общества на политику *Zero waste* и готовность инфраструктуры поддерживать эту политику.

³¹ См. подробнее: WEF, Ellen MacArthur Foundation, McKinsey & Company *Towards the Circular Economy : Accelerating the scale-up across global supply chains* (2014)

Со стороны государства шла и идет популяризация Zero Waste, которая проявляется, во-первых, в принятии законов и директив, в том числе в области стимулирования социальной ответственности бизнеса. Во-вторых, налоговая система поддерживает утилизацию мусора, в результате чего захоронение на полигонах стало самым дорогим способом обращения с отходами. В-третьих, за правильно сортируемые отходы установлены пониженные коммунальные платежи.

Со стороны специальных организаций идет активное представление интересов в области сбора и утилизации, непрерывный мониторинг и информирование населения по вопросам утилизации, взаимодействие с органами власти, медиа, бизнесом и международным сообществом. Это позволяет сохранять тематику обращения с отходами «на повестке дня».

Со стороны бизнеса внимание уделяется созданию стратегий устойчивого развития, переходу к использованию вторичных материалов, созданию инструкций по обращению с использованной упаковкой и организации приема упаковки.

Со стороны населения требуется повышенный уровень сознательности, понимание, почему сортировка отходов должна быть неотъемлемой частью быта. Это обеспечивает утилизацию уже чистых, сортированных отходов.

Высокий уровень развития инфраструктуры включает контейнеры для сбора различных видов отходов в домах; пункты сбора в городе, в том числе инновационные: подземные вакуумные системы сбора отходов; транспорт, способный сразу перевозить несколько видов отходов, а также передвигающийся на биогазе; жесткий контроль за соблюдением экологических требований.

Швеция особенно преуспела в развитии технологий превращения отходов в энергию (waste-to-energy). Сегодня они играют большую роль в системе отопления страны. Например, в 2015 г. путем переработки в Швеции было произведено в общей сложности 17 ТВтч энергии: 14,7 ТВтч тепловой и 2,3 ТВтч электрической.

Сейчас в стране сжигается более 2 млн тонн своего мусора. И местного сырья даже недостаточно – дефицит приходится покрывать за счет импорта. В 2015 г. страна в этих целях дополнительно ввезла более 1,3 млн тонн отходов из-за рубежа – в основном из Норвегии, Ирландии и Великобритании.

Власти последней стремятся сократить количество отходов, отправляющихся на полигоны, равно как и их число. Поэтому они готовы хорошо оплачивать услуги тех, кто помогает в решении проблемы. В результате этого Швеция зарабатывает, утилизируя чужие отходы.

Стокгольм является одной из наиболее быстро растущих столиц Европы, и нагрузка на систему обращения с отходами постоянно увеличивается. В 2015 г. каждый житель Стокгольма производил 477 кг отходов в год, и к 2026 г. планируется сократить этот показатель до 422 кг в год.

На настоящий момент отдельный сбор осуществляется для более чем 40% от общего объема отходов. Обязательства по обращению с отходами в части органических отходов возложены на муниципалитеты, в то время как для макулатуры, стекла, упаковки и электроники действует принцип ответственности производителя. В городе создана развитая инфраструктура сбора отходов, включающая пункты приема, вакуумную и традиционную систему сбора отходов, сквозной сбор в части органических отходов. В городе создано более 250 перерабатывающих станций, планируется также создание дополнительных сортировочных пунктов для пищевых отходов, упаковки, макулатуры. Органические отходы обрабатываются посредством анаэробного сбраживания на заводах за пределами Стокгольма; остаточный мусор отправляется на мусоросжигательные заводы.

Основные направления развития системы обращения с муниципальными отходами задаются планом управления отходами Стокгольма, рассчитанным на 3 года³². В плане поставлены цели достичь к 2020 г. увеличения доли отдельного сбора отходов, отправленных на переработку пищевых отходов (70%). Значительный акцент в действующем плане сделан на работе с населением по сокращению объемов образования отходов, обращению с пищевыми и особо опасными отходами, улучшению существующей инфраструктуры и внедрению новых технологий в систему сбора, транспортировки и обращения с отходами.

2.3. Управление отходами в Нью-Йорке (США)

Все проблемы утилизации отходов проистекают из склонности современного общества к избыточному потреблению. Неудивительно, что одна из наиболее развитых рыночных экономик мира, США, озабочена созданием комплексной системы мер по уменьшению отходов потребительских продуктов.

До недавнего времени США и, в частности, Нью-Йорк шли по пути природоёмкого обращения с отходами. До 2000 г. муниципальные отходы почти в полном объеме отправлялись на полигоны для захоронения. В свете переполнения близлежащих полигонов отходы отправлялись на захоронение в Пенсильванию, Огайо и другие удаленные от Нью-Йорка штаты³³.

В 2006 г. был принят План по обращению с твердыми отходами в Нью-Йорке. По этому плану стартовала инициатива по повторному использованию металла, пластика, стекла и бумаги в рамках однопоточковой переработки отходов. Была поставлена цель достичь 25% сокращения объемов мусора, отправляемого на полигоны. Начиная с 2011 г. политика по обращению с отходами стала частью Плана устойчивого развития Нью-Йорка (OneNYC). Программа была расширена инициативами по переработке органических отходов и работе с населением по уменьшению объемов образования пищевых отходов. В программу также были включены меры по сокращению использования пластиковых пакетов, внедрению принципа «нулевого уровня отходов» (Zero Waste) во всех школах города. В 2017 г. 3,3 млн жителей Нью-Йорка пользовались сервисом сбора органических отходов, уровень переработки

³² См. подробнее: Stockholm Vatten Och Avfall Waste management plan for Stockholm (2016)

³³ См. подробнее: Cohen B. S., Martinez H., Schroder A. (2015)

неорганических фракций достиг 17,4%. К 2030 г. с помощью перечисленных мер планируется уменьшить процент отходов, отправляемых на полигоны, до 10%³⁴.

Однако на настоящий момент нельзя сделать вывод, что проблема отходов в Нью-Йорке решена. В силу недостатка мусороперерабатывающих мощностей город по-прежнему является экспортером отходов, что позволяет говорить о неустойчивом развитии системы обращения с отходами как в экологическом, так и в экономическом аспектах.

Предложенная стратегия по утилизации отходов в Москве

3.1. Текущая ситуация в Москве

Рассмотрим сначала институциональные изменения в сфере обращения с отходами, активно разворачивающиеся в России с 2014 г.

Можно считать, что начало изменениям в области обращения с отходами положил Приоритетный проект «Чистая страна» в рамках Государственной программы России «Охрана окружающей среды» на 2012–2020 гг., утвержденный Правительством в 2017 г. Проект содержит в себе план мероприятий по сокращению доли захоронения ТКО в Московской области и г. Казань, а также ликвидации объектов накопленного вреда окружающей среде на территории России.

После этого в рамках Национальной программы «Экология» на 2018–2024 гг. был запущен федеральный проект «Комплексная система обращения с твердыми коммунальными отходами». К концу 2024 г. планируется подвергать обработке – сортировке, разборке, очистке – 60% ТКО и направлять на утилизацию 36% ТКО³⁵.

Основным отраслевым документом, задающим направление развития системе управления отходами, является Стратегия развития промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов производства и потребления на период до 2030 г., утвержденная в 2018 г. Документ обозначает ключевые направления устойчивого развития отрасли и устанавливает ряд целевых показателей: к 2030 г. уровень захоронения твердых коммунальных отходов должен снизиться с текущих 90 до 20%, а количество мусоросортировочных комплексов должно достичь 310³⁶.

Ряд важных нововведений регламентируется в измененном Федеральном законе № 89-ФЗ³⁷. Одно из них – введение института единого регионального оператора по обращению с отходами, который выбирается субъектом Федерации на 10 лет и аккумулирует потоки и обязательства по обращению с отходами. Помимо этого на регионы возложена ответственность за создание территориальных схем и программ по обращению с отходами. Наконец, измененное законодательство предусматривает принцип расширенной ответственности производителя для отдельных товарных групп, заключающийся в обязательстве самостоя-

³⁴ См. подробнее: *Blasio M. B.* (2018)

³⁵ Национальный проект «Экология», 2018.

³⁶ Стратегия развития промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов до 2030 года.

³⁷ Федеральный закон № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления», 1998.

тельно утилизировать отходы от потребления товара или заплатить соответствующий экологический взнос.

Также стандарты обращения с твердыми коммунальными отходами регламентируется следующими справочниками по наилучшим доступным технологиям (НДТ): «Утилизация и обезвреживание отходов» (ИТС 15-2016), «Размещение отходов производства и потребления» (ИТС 17-2016), «Обезвреживание отходов термическим способом» (ИТС 9-2015). Модернизация предприятий, в том числе занимающихся ТКО, в соответствии со справочниками НДТ начнется не позднее 2025 г.

Ряд документов также регулируют обращение с отходами на муниципальном уровне. На текущий момент рассматривается проект экологической стратегии Москвы на период до 2030 г. Стратегия ставит целью сокращение объема захоронения отходов к 2030 г. на 30%. Одним из принципов достижения этого показателя, согласно документу, должно стать распространение практики раздельного сбора отходов – макулатуры, алюминия, стекла, пластика – для последующей переработки, проведение мероприятий по обеспечению экологической безопасности полигонов ТКО. Декларируется необходимость создания экономических стимулов и институтов для вовлечения малого и среднего бизнеса в функционирование системы обращения с отходами. Отдельно выделяются задачи по созданию инфраструктуры и институтов по обращению с отходами строительства и сноса и опасными отходами³⁸.

В соответствии с требованиями федерального законодательства Правительством Москвы в 2016 г. утверждена территориальная схема обращения с отходами, в том числе ТКО [34]. В схеме описывается текущая структура образования ТКО, перечислены объекты обработки отходов и потоки их перемещения.

Несмотря на обилие документов, регулирующих отношения внутри системы обращения с отходами в Москве, ее развитие едва ли можно назвать устойчивым. Так, согласно балансу из территориальной схемы, 83,5% ТКО IV и V класса опасности отправляется для последующей обработки или захоронения в другие субъекты РФ, утилизируется лишь 6,7% отходов. Детальной информации об исходящих потоках отходов в другие субъекты нет. Также отсутствует информация о том, что будет происходить с раздельно собранными отходами: информации о создании переработочных мощностей в черте города не приведено, указание на производственные мощности по переработке отходов в других субъектах также отсутствует.

Более того, весь объем регулирующих документов не обеспечивает должной прозрачности системы отношений по обращению с отходами в Москве. Так, согласно территориальной схеме по обращению с отходами в Московской области, прием отходов из других субъектов Федерации до момента ввода в эксплуатацию 4 мусоросжигательных заводов не предусмотрен. Владимирская область принимает из других субъектов 14,7 тыс. тонн коммунальных отходов в год. В территориальных схемах обращения с отходами Смоленской и Тульской областей информации о приеме ТКО из других субъектов нет. Других маршрутов транспортировки отходов из Москвы пока не создано. Таким образом, куда в настоящее время

³⁸ Экологическая стратегия города Москвы до 2030 года (проект) [Электронный ресурс]

мя попадает 6,6 млн тонн ТКО, ежегодно вывозимых из Москвы, остается загадкой. В свете роста количества несанкционированных свалок и учащающихся жалоб жителей Подмосковья на нелегальное размещение отходов на полигонах мусоровозами с московскими номерами напрашивается вывод, что принудительное закрытие полигонов лишь перераспределило негативные эффекты и значительно обострило экологические риски, полностью выведя огромные объемы отходов из контура регулирования.

Таким образом, актуальным вопросом для Москвы на сегодняшний день является не столько внедрение наилучших технологий и процессов в процессы, связанные с обращением с отходами, сколько избавление от огромных потоков отходов наиболее быстрым и не требующим усилий способом. Для этого планируется создание экотехнопарков в Калужской и Архангельской областях. При этом экотехнопарк в Архангельской области проектируется исключительно как полигон для захоронения отходов: сортировку и переработку осуществлять не планируется.

Также в рамках приоритетного проекта «Чистая страна» планируется строительство 4 мусоросжигательных заводов в Московской области. Предполагается, что строительство заводов позволит к 2023 г. сократить объем отходов, направляемых Москвой в Московскую область на захоронение, на 30%. Планируется, что МСЗ будут построены в соответствии с наилучшими доступными технологиями (НДТ), а также на основании наиболее успешных практик швейцарско-японской компании Hitachi Zosen Innova.

Однако появляются независимые исследования, сравнивающие характеристики проектов мусоросжигательных заводов с лучшими европейскими заводами, которые позиционируются в СМИ как полные аналоги российских проектов. Например, объемы выбросов МСЗ «Могутово», запланированного к постройке в Наро-Фоминском районе, в несколько раз превышают соответствующие объемы мусоросжигающего завода «Перлен» в Швейцарии, который декларируется образцом для проектирования «Могутово». Более того, технико-экономические параметры, заявленные в оценке воздействия на окружающую среду (ОВОС), вызывают вопросы: например, доля шлака в общем объеме сжигаемых отходов составляет 37% (против 18% МСЗ «Перлен»), а остаточное тепло уходит в окружающую среду. Стоимость же МСЗ «Могутово» почти в 3 раза превышает стоимость швейцарского завода³⁹.

Наконец, нужно отметить, что, несмотря на признание отдельного сбора одним из основополагающих принципов развития системы обращения с отходами, обязательство осуществлять отдельный сбор на законодательном уровне не закреплено. Количественного показателя по доле материалов, отправленных на переработку, не зафиксировано ни в одном из рассмотренных документов. Более того, согласно федеральному законодательству, региональные операторы не имеют права покрывать тарифными сборами расходы на создание инфраструктуры для отдельного сбора. В соответствии с открытыми данными портала mos.ru на 01.02.2019 в Москве установлено 769 пунктов приема вторичного сырья (при нормативе 552 в соответствии с договорами). Всего в Москве 13 771 площадка для сбора отходов. Сложно сделать однозначный вывод без понимания частоты вывоза ТКО, однако достижение высокой доли материалов, отправленных на вторичную переработку, с учетом неразвитой

³⁹ См. подробнее: *Сосновцев В.* (2018)

инфраструктуры раздельного сбора представляется маловероятным. Кроме того, не осуществляется раздельный сбор пищевых отходов. В результате возникают потери не только в виде упущенной выгоды от использования органических отходов в качестве ресурсов, но и значительно снижается эффективность последующей сортировки.

Ниже будет предложен подход к построению стратегии по обращению с отходами в Москве с учетом текущей ситуации.

3.2. Предложение стратегии по обращению с отходами в Москве

Из анализа текущей ситуации с отходами в Москве следует, что в настоящее время совокупная мощность официально функционирующих полигонов, МСЗ и предприятий по переработке отходов в городе и близлежащих регионах значительно меньше фактически производимого потока отходов.

Как следствие, лица, принимающие решения в этой сфере, на текущий момент решают проблему в терминах максимально быстрого создания недостающих мощностей, недооценивая важность эколого-социальных последствий принимаемых решений. Более того, в сложившихся условиях отсутствия возможности законно отправить отходы на переработку или захоронение большая часть потоков отходов незаконно отправляется на полигоны, в том числе закрытые, или формирует стихийные свалки. В отсутствие официального признания мусорного кризиса формирование устойчивой кратко- или долгосрочной стратегии обращения с отходами невозможно.

Текущая стратегия обращения с отходами в Москве имеет тенденцию к использованию традиционных, наименее устойчивых методов утилизации отходов: захоронения и сжигания. Отсутствует комплексное видение развития отрасли и динамики ее ключевых показателей в контексте социально-экономических и технологических изменений, происходящих в обществе. Осознание важности работы с населением носит по большей части декларативный характер, участие производителей и потребителей товаров и услуг, общества в целом в процессе управления и осуществлении экспертизы крайне ограничено.

Авторы предлагают использовать комплексный подход для формирования стратегии развития системы обращения с ТКО. Подход основывается на максимальном включении заинтересованных сторон в каждую стадию жизненного цикла (ЖЦ) ТКО. В обобщенном виде подход представлен в табл. 1.

Таблица 1.

Комплексная стратегия развития сферы обращения с ТКО в Москве⁴⁰

Стадия ЖЦ ТКО/ Стейкхолдеры	Потребители	Производители товаров и услуг	Региональные операторы (РО)	Государство
Предотвращение	1) Образовательная работа с населением в части бережливого потребления и обращения с отходами	1) Стимулирование отказа производителей, предприятий общественного питания, гостиниц от упаковки и одноразовой пластиковой тары	1) Создание у РО экономической заинтересованности в сокращении объемов отходов	1) Внедрение моделей устойчивого потребления в государственные учреждения, поддержка создания «зеленых» школ и университетов
	2) Экономическое стимулирование сокращения объема образованного мусора		2) Включение в обязанности РО планирования и осуществления мероприятий по работе с производителями и потребителями в части минимизации отходов	
	3) Создание и внедрение коммуникационной стратегии Москвы в части обращения с ТКО			
Повторное использование	1) Стимулирование потребителей к сокращению использования одноразовой тары	1) Экономическое стимулирование перехода на принципы экономики совместного потребления и продукта как услуги в сфере потребления	1) Возложение на РО функции медиатора между государством и производителями в части реинжиниринга процессов для перехода на устойчивые модели производства	1) Вовлечение научного сообщества в разработку идей и технологий для перехода к экономике совместного потребления и продукта как услуги
Сбор, сортировка, транспортировка	1) Обеспечение удобной инфраструктурой для раздельного сбора	1) Стимулирование внедрения реверсивной логистики	1) Экономическое стимулирование создания и поддержания	1) Создание прозрачных институтов и легализация неформальных

⁴⁰ Источник: составлено авторами

Стадия ЖЦ ТКО/ Стейкхолде- ры	Потребители	Производителе- ли товаров и услуг	Региональные операторы (РО)	Государство
	<p>ра отходов</p> <p>2) Стимулирование использования диспоузеров для утилизации пищевых отходов</p> <p>3) Экономическое стимулирование раздельного сбора отходов</p>	<p>производителями товаров потребления</p>	<p>удобной инфраструктуры для раздельного сбора и транспортировки отходов, в том числе раздельного сбора органических отходов</p>	<p>институтов, вовлеченных в сферу обращения с отходами</p> <p>2) Использование спутниковых и геоинформационных технологий для контроля потоков отходов</p> <p>3) Разработка стандартов количественного и качественного статистического учета ТКО</p>
Переработка	<p>1) Создание потребительского рынка продуктов переработки пищевых и прочих отходов</p>	<p>1) Поддержка производителей, использующих материалы, поддающиеся легкой переработке, а также осуществляющих ремануфактуринг</p>	<p>1) Экономическое стимулирование соблюдения иерархии методов обращения с отходами в соответствии с лестницей Лансинка</p>	<p>1) Поддержка НИР в сфере разработки и внедрения существующих технологий переработки органических отходов, малоотходных технологий, стандартизации материалов и тар</p> <p>2) Декриминализация отрасли</p> <p>3) Создание условий для привлечения частного финансирования, в том числе со стороны малого и среднего бизнеса</p>

С учетом сложившейся ситуации имеет смысл говорить отдельно о краткосрочной и долгосрочной перспективах развития отрасли.

В краткосрочной перспективе следует принять во внимание остроту проблемы, отсутствие прозрачных институтов и превалирование неформальных отношений в отрасли сбора и переработки отходов. Крайне важно спланировать потоки отходов на ближайшие 10 лет и определить необходимые капитальные вложения в перерабатывающие мощности в соответствии с принятой иерархией методов обработки отходов. Однако в условиях значительных временных затрат на создание объектов переработки отходов дополнительный эффект может дать сотрудничество с крупными и средними производителями товаров потребления, отраслевыми ассоциациями и работа с населением.

В части сотрудничества с производителями и ассоциациями имеет смысл перейти от института экологического сбора к совместному финансированию создания механизмов и инфраструктуры реверсивной логистики, а также мощностей по переработке отходов.

Важно также вовлечение потребителей во все стадии жизненного цикла отходов: именно потребительские привычки и паттерны влияют как на объем и структуру образуемых отходов, так и на качество предварительной обработки и сортировки. Широкая осведомленность о существующей проблеме отходов, наличие знаний, необходимых для оптимизации использования ресурсов, и соответствующих экономических стимулов – одни из наиболее эффективных механизмов избегания и минимизации отходов. В качестве примера конкретных мер можно привести:

- информационно-образовательные: включение курса бережливого потребления и обращения с отходами в школьную программу, использование социальных механик и игровых форматов для продвижения концепции zero waste среди молодежи;
- административные: наличие удобной и доступной системы раздельного сбора отходов, отказ от мусоропроводов;
- экономические: формирование тарифов на вывоз мусора в зависимости от фактического его объема и качества сортировки.

Поскольку устойчивых практик переработки пищевых отходов в России практически нет, в качестве альтернативной опции обращения с пищевыми отходами можно предложить продвижение использования диспозеров – измельчителей пищевых отходов, с помощью которых можно отправить их в систему канализации для последующей переработки. Однако требуется анализ устойчивости канализационных систем к такому решению.

Критически важно начать работу по декриминализации отрасли и созданию прозрачных институтов, а также налаживанию адекватной коммуникации и созданию унифицированной системы учета и контроля потоков отходов.

Отдельно отметим наиболее важные и эффективные направления долгосрочной стратегии управления отходами.

- 1) Раздельный сбор и переработка отходов, в том числе органических отходов.

Как было показано выше, эффективность повторного использования ресурсов значительно возрастает при раздельном сборе по сравнению с последующей сортировкой. Основ-

ной загрязнитель вторичных ресурсов и источник свалочного газа – пищевые отходы, отделение которых от общего потока отходов в России отсутствует и не планируется.

Предлагается включить в стратегию целевые показатели по отдельному сбору определенных фракций отходов и законодательно закрепить за региональным оператором возможность инвестировать в инфраструктуру отдельного сбора за счет тарифа на вывоз мусора и приоритет государственных субсидий в счет экологического сбора. В силу государственного регулирования предельных значений тарифов на вывоз мусора последняя опция может оказаться более жизнеспособной.

Ввиду отсутствия позитивного опыта переработки органических отходов необходимо вовлечение государства и научного сообщества в разработку и адаптацию существующих технологий и стандартов по переработке органических отходов – компостирования, анаэробного сбраживания, газификации. Предлагается также расширить существующие стандарты методов обращения с отходами с учетом мировых практик переработки отдельных фракций.

2) Разработка и внедрение устойчивых технологий и бизнес-моделей.

Здесь нужно заметить, что ряд мер, проводимых в настоящее время, могут стимулировать использование устойчивых бизнес-моделей. Так, введение расширенной ответственности производителя определенным образом стимулирует компании к внедрению таких бизнес-процессов, как реверсивная логистика. В качестве примеров, можно привести прием бывших в употреблении вещей сетью H&M, опцию трейд-ин при покупке техники Apple в re:Store. Еще одним удачным примером может послужить внедрение НДТ, частично стимулирующее предприятия пересматривать используемые технологии в пользу малоотходных, с применением вторичного сырья и возможностью повторной переработки конечного продукта. Однако эти меры действуют только для ряда отраслей, и далеко не всем мелким и средним производителям выгодно осуществлять переход к новым процессам.

Для более устойчивого эффекта предлагается стимулировать внедрение моделей экономики совместного потребления и продукта как услуги. Широкий переход к этим моделям может позволить более эффективно использовать меньшее количество товаров, таким образом уменьшая количество производимых отходов. У производителей также появляются стимулы к созданию дизайна продукта с учетом последующего ремануфактуринга и удлинению цикла обновления продуктовых линий.

3) Расширение интересов и полномочий регионального оператора.

Наиболее сложным аспектом политики с учетом особенностей отрасли является стратегия по отношению к РО.

Во-первых, доработки требуют существующие экономические стимулы оператора. Так, в соответствии с действующим законодательством расчет единого тарифа на вывоз мусора основан на фактических затратах регионального оператора и фактическом объеме ТКО. При таком ценообразовании стимула к оптимизации затрат у РО не возникает. Также плата за негативное воздействие на окружающую среду должна формироваться таким образом,

чтобы операторам было экономически более выгодно использование приоритетных методов обращения с отходами.

Во-вторых, заинтересованность РО в максимизации фактического оборота входит в конфликт со стратегической установкой на бережливое потребление. Необходимо включение регионального оператора в работу с потребителями и производителями по избеганию и сокращению объемов ТКО и создание экономической заинтересованности РО в эффективности такой работы.

Отдельно отметим, что необходимо наличие третьей независимой стороны, контролирующей деятельность РО и его отношения с государством.

В завершение необходимо отметить, что устойчивое развитие отрасли обращения с ТКО в Москве требует создания не только муниципальных механизмов, но и проведения изменений на федеральном уровне. Единая прозрачная система учета потоков отходов, широкая коммуникационная кампания, вовлеченность научного и профессионального сообщества, а также общества в целом – основа успешного разворачивания стратегии управления отходами в Москве и масштабирования успешных практик на другие регионы.

Заключение

В данной статье приведена краткая характеристика проблемы ТКО, рассмотрен мировой опыт утилизации твердых коммунальных отходов. Переход к раздельному сбору отходов и переработке не только решает проблему их утилизации, но и является экономически целесообразным и ведет к повышению уровня жизни населения.

На данный момент вокруг Москвы образовалось «мусорное кольцо», полигоны и мощности переработки в ближайшем Подмосковье фактически исчерпали свои возможности, поэтому решение о принятии новой схемы обращения с ТКО неизбежно.

Предложенный комплексный подход к формированию стратегии обращения с отходами в Москве, который базируется на включении всех заинтересованных сторон в каждую стадию жизненного цикла ТКО, должен способствовать принятию адекватных управленческих решений в этой области. Публикация подготовлена в рамках поддержанного РФФИ научного проекта 18-010-00974 А «Разработка модели управления ресурсным потенциалом территорий».

Список литературы

Achankeng E. Globalization, Urbanization and Municipal Solid Waste Management in Africa Eric Achankeng , University of Adelaide. 2003. P. 1–22.

Atalia K. R. [и др.]. A review on composting of municipal solid waste // IOSR Journal of Environmental Science. 2015. № 5 (9). P. 20–29.

Bernstad A. [и др.]. Identification of decisive factors for greenhouse gas emissions in

comparative life cycle assessments of food waste management – an analytical review // *Journal of Cleaner Production*. 2016. (119). P. 13–24.

Blasio M. B. De OneNYC. 2018.

Cohen B. S., Martinez H., Schroder A. Waste Management Practices in New York City , Hong Kong and Beijing 2015. № December. P. 1–20.

Dong J. [и др.]. Life cycle assessment of pyrolysis , gasification and incineration waste-to-energy technologies: Theoretical analysis and case study of commercial plants // *Science of the Total Environment*. 2018. (626). P. 744–753.

Fatta D., Papadopoulou A., Loizidou M. Visual discomfort in rolling department operators Zritel'nyj diskomfort operatorov prokatnyh cehov // *Environmental Geochemistry and Health*. 1999. (21). P. 175–190.

Gutis P.S. Closed Beaches and Wandering Barge: Two Chapters in the Same Story // *The New York Times*. 1988.

Kiser J.V.L. Around the World in Waste // *Waste age*. 2014. № 10. P. 131.

Klein A. Gasification: An Alternative Process for Energy Recovery and Disposal of Municipal Solid Wastes by Submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of // *New York*. 2002. № May.

Lee G. F., Jones R. A. MUNICIPAL SOLID WASTE MANAGEMENT : Long-Term Public Health and Environmental Protection Prepared by Landfills and Groundwater Quality, 1991.

Minghua Z. [и др.]. Municipal solid waste management in Pudong New Area, China // *Waste Management*. 2009. № 3 (29). P. 1227–1233.

Senior K., Mazza A. Italian «Triangle of death» linked to waste crisis // *Lancet Oncology*. 2004. № 9 (5). P. 525–527.

Sharholy M., Ahmad K. Municipal solid waste management in Indian cities – A review // *Waste Management*. 2008. (28). P. 459–467.

Stockholm Vatten Och Avfall Waste management plan for Stockholm, 2016.

UN-HABITAT Solid waste management in the world's cities / UN-HABITAT, 2010. 257 с.

UN Institute for training and research Guidelines for National Waste Management Strategies: Moving from Challenges to Opportunities / UN Institute for training and research, 2012. 112 с.

United Nations Environment Programme Sound practices. Composting // *Newsletter and Technical Publications* [Электронный ресурс]. URL: http://www.unep.or.jp/Ietc/ESTdir/Pub/MSW/SP/SP4/SP4_3.asp.

United Nations Environment Programme Waste and climate change / United Nations Environment Programme, 2010.

United Nations Environment Programme Global Waste Management Outlook / United Nations Environment Programme, 2015. 180 с.

Wagner T. Refraining Garbage: solid waste policy formulation in nova scotia // *Canadian Public Policy*. 2007. № 4 (33). P. 459–475.

WEF, Ellen MacArthur Foundation, McKinsey & Company Towards the Circular Economy: Accelerating the scale-up across global supply chains // *World Economic Forum*. 2014. № January. P. 1–64.

World Bank Solid Waste Management [Электронный ресурс]. URL: <http://www.worldbank.org/en/topic/urbandevelopment/brief/solid-waste-management>.

Xu F. [и др.]. Bioresource Technology Anaerobic digestion of food waste – Challenges and

opportunities // *Bioresource Technology*. 2018. № July 2017 (247). P. 1047–1058.

Бабухина Е.Е., Адамов А.П. Экологически безопасная технология ликвидации закрытого полигона ТБО методом плазменного пиролиза // *Международный студенческий научный вестник*. 2017. № 4–6. С. 867–869.

Бобылев С.Н., Кудрявцева О.В., Соловьева С.В., Ситкина К.С. Индикаторы экологически устойчивого развития: региональное измерение // *Вестник Московского университета. Серия 6: Экономика*, Изд-во Моск. ун-та (М.). 2018. № 2. С. 21–33.

Министерство здравоохранения Российской Федерации. Гигиенические требования к устройству и содержанию полигонов для твердых бытовых отходов, 2001.

Морозенко М. И. [и др.]. GENERATOR GAS CHARACTERISTICS RESEARCH WITH STEAM PLASMA // *Успехи современного естествознания*. 2016. № 5. С. 141–147.

Сёмин Е. Г. [и др.]. Состояние и перспективы обращения с твердыми бытовыми отходами в Санкт-Петербурге // *Междисциплинарный научный и прикладной журнал «Биосфера»*. 2014. № 1 (6). С. 29–35.

Сопилко Н. Ю. Переработка отходов: анализ мировых тенденций // *Твердые бытовые отходы*. 2011. № 11. С. 42–45.

Сосновцев В. Наилучшие мусоросжигающие заводы недоступны для России. Доклад на заседании Всероссийского общественно-экспертного совета по выходу из кризиса в сфере утилизации отходов REGNUM 2018.

Трифонов Т. А. [и др.]. Проблемы утилизации ТБО на полигонах // *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. 2013. № 3 (15). С. 685–687.

Стратегия развития промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов до 2030 года.

Приложение к Постановлению Правительства Москвы № 495-ПП от 9 августа 2016 г. Об утверждении территориальной схемы обращения с отходами, в том числе с твердыми коммунальными отходами.

Федеральный закон № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления», 1998.

Национальный проект «Экология», 2018. С. 2–12.

Экологическая стратегия города Москвы до 2030 года (проект) [Электронный ресурс]. URL:https://www.mos.ru/upload/documents/files/2075/prilozhenie_k_proektu_postanovleniya_pra_vitelstva_moskvy_ekolstrateg_.pdf.

PERSPECTIVES OF SOLID WASTE MANAGEMENT IN MOSCOW

Olga Kudryavtseva
Doctor of Economics, Professor
Lomonosov Moscow State University,
Faculty of Economics
(Moscow, Russia)

Maria Solodova
Post-graduate student
Lomonosov Moscow State University,
Faculty of Economics
(Moscow, Russia)

Darya Korenevskaya, Roza Kutubaeva,
Anna Tishkova, Liubov Shchevyeva
Bachelor students
Lomonosov Moscow State University,
Faculty of Economics
(Moscow, Russia)

Abstract

Solid waste management has become an issue of increasing global concern as urban population continues to rise and consumption patterns change. The paper accesses policy measures undertaken to overcome municipal waste crisis in Moscow. New waste management policy lacks sustainability due to prevalence of landfilling and combustion as well as extensive waste export. The article presents a brief description of the MSW management system in Moscow and proposes a comprehensive management strategy, which is based on the involvement of the participants in relations connected with MSW in the process of processing at all stages of the life cycle of the waste.

Key words: solid waste management, circular economy, sustainable development.

JEL codes: Q53, Q56, O18.