

Новые технологии утилизации отходов и проблема роста тарифов

New technologies for MSW handling and the problem of tariff growth

doi 10.26310/2071-3010.2021.268.2.004



П. А. Аверкин,

к. э. н., научный сотрудник, Институт экономики и организации промышленного производства СО РАН,
г. Новосибирск, Россия
✉ paverkin@gmail.com

P. A. Averkin,

c. sc. econ, scientific fellow, Institute of economics and industrial engineering SB RAS, Novosibirsk, Russia

Несмотря на значительные успехи в упорядочении системы обращения с твердыми бытовыми отходами (ТБО) в России, переход к современным методам переработки отходов происходит крайне медленно. Причиной этого являются высокие тарифы, необходимые для рентабельной эксплуатации современного мусороперерабатывающего оборудования. В работе оценивается потенциал роста тарифов при внедрении инновационных технологий роботизированной сортировки и плазменной газификации в рамках инвестиционного проекта в Сибири.

Despite significant progress in regulating the MSW handling system in Russia, the transition to modern methods of waste processing is extremely slow. The reason for this are high tariffs essential for the cost-effective operation of modern waste processing equipment. The paper assesses the potential for tariff growth when introducing innovative technologies of robotic sorting and plasma gasification as part of an investment project for MSW recycling in Siberia.

Ключевые слова: ТБО, переработка отходов, тарифы, плазменная газификация отходов, роботизированная сортировка отходов.

Keywords: MSW, waste processing, plasma gasification, robotic waste sorting.

Активное развитие мировой торговли, а также рост народонаселения и уровня жизни в большинстве стран мира привели к резкому и повсеместному увеличению объемов мусора. Если в 2012 г. в мире образовывалось более 1,3 млрд т твердых бытовых отходов (ТБО), то к 2025 г. данный показатель вырастет, как минимум, до 2,2 млрд т [2]. Затраты на их утилизацию также быстро растут, причем наиболее быстро (в четыре раза) — в развивающихся странах, таких, как Индия и Бразилия и низкоразвитых (в пять раз), таких, как Кения и Гана.

В ближайшие годы, переработка ТБО в наиболее развитых регионах — Западной Европе, Северной Америке и Японии практически не изменится, а основные изменения будут происходить в среднеразвитых — Центральной и Восточной Европе, Латинской Америке и Юго-Восточной Азии. Там будет происходить резкое изменение структуры рынка (прежде всего, в рамках консолидации и технологического перевооружения компаний — переработчиков ТБО), сопровождающееся быстрым ростом, как физического объема переработки, так и объемов выручки.

Наиболее существенной проблемой для еще более быстрого роста рынка является низкая платежеспособность населения в наименее развитых странах, что не позволит внедрять достаточно дорогостоящие

современные методы переработки отходов, в связи с чем, складирование мусора на открытых полигонах продолжится, прежде всего, в некоторых странах Ближнего Востока, Африке и наименее благополучных регионах ЮВА.

В более развитых странах, основной упор будет сделан на снижение себестоимости утилизации ТБО, что приведет к консолидации рынка данных услуг. Кроме того, будут активно внедряться современные методы сортировки отходов, что позволит увеличить доход оператора от повторного использования некоторых их компонентов (пластика, бумаги и стекла), а также применения других в качестве энергоносителей. Дополнительная выручка от возвращенных в оборот отходов и выработанной энергии позволит несколько снизить тариф на утилизацию мусора, что упростит внедрение современных комплексных систем утилизации ТБО, ранее доступных в странах ЕС и Северной Америки, в менее богатых регионах, в частности, БРИКС, Центральной и Южной Америке, а также некоторых государствах ЮВА и Центральной Азии.

Как видно из данных табл. 1 и 2 (рассмотрено четыре наиболее актуальные для Российских условий технологии — вывоз мусора на полигон, аэробное компостирование, анаэробная конверсия в биогаз +

Таблица 1

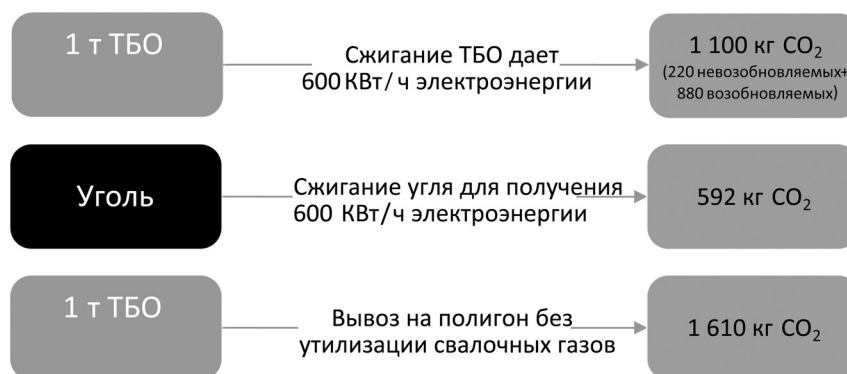
Капитальные затраты (€ за т/год мощностей по переработке) для различных технологий обращения с ТБО в ЕС [1]

	Полигон	Компост	Биогаз	Сжигание
Минимум	118	165	366	645
Среднее	136	209	441	721
Максимум	154	251	515	796

Таблица 2

Операционные расходы (€/т) для различных технологий обращения с ТБО в ЕС [1]

	Полигон	Компост	Биогаз	Сжигание
Минимум	5	14	28	21
Среднее	7	19	35	25
Максимум	10	23	42	28



Сокращение эмиссии CO₂ в результате сжигания ТБО вместо угля и вывоза ТБО на полигон = 1100 – 592 – 1610 = –1102 кг CO₂

Рис. 1. Оценка сокращения эмиссии парниковых газов в результате замещения угольной генерации сжиганием ТБО (на основе данных [6])

когенерация, а также сжигание + когенерация), отказ от наиболее дешевого традиционно используемого вывоза на полигоны потребует существенного роста затрат. Вырастут не только операционные расходы переработчиков ТБО, напрямую влияющие на тарифы, сами мусороперерабатывающие предприятия существенно подорожают, что дополнительно увеличит стоимость утилизации мусора, прежде всего, за счет роста амортизационных отчислений.

Высокие капитальные затраты, связанные с внедрением современных технологий переработки мусора, вытеснят с рынка мелких и средних участников, а реализация столь крупных проектов потребует полного реформатирования всей системы обращения с коммунальными отходами, зачастую с активным участием государственных органов и внедрением механизмов защиты инвесторов, таких, как концессии.

Важно отметить, что эти, чисто экономические причины, приведут к неравномерному охвату территорий современными технологиями переработки. Так, отказаться от полигонной утилизации ТБО смогут лишь относительно богатые и экономически стабильные регионы, в которых население будет способно платить в несколько раз более высокий тариф, а инвесторы будут уверены, что их огромные инвестиции в инфраструктуру переработки будут защищены и смогут окупиться (рис. 1).

Важным фактором, влияющим на внедрение современных технологий обращения с ТБО в будущем станет декарбонизация. Так, одна тонна ТБО в процессе разложения на полигоне выбрасывает в атмосферу около 70 кг метана, что, принимая во внимание более сильное влияние метана на глобальное потепление, эквивалентно 1610 кг углекислого газа [3]. Замещение угольной генерации сжиганием ТБО, таким образом, снижает эмиссию парниковых газов на 1,1 т CO₂ на 1 т ТБО [4], что при текущей цене углеродной единицы \$1-3 за 1 т [7] в соседних с РФ странах (данные о стоимости их в РФ отсутствуют) способно несколько улучшить финансовую эффективность переработки коммунальных отходов и, потенциально, уменьшить потенциал роста тарифов.

Российский рынок переработки ТБО

Российский сегмент мирового рынка утилизации ТБО относится, скорее, к слабо развитым. Из 60 млн т ТБО ежегодно образующихся на территории страны, утилизируется не более 7% [5], в основном путем сжигания и брикетирования, остальное — более 55 млн т ТБО — вывозится на полигоны, общая площадь которых превышает 4 млн га. Потенциальный объем рынка переработки мусора в РФ оценивается различными его участниками в \$1,5-3 млрд (точные официальные данные о его структуре, объеме и динамике отсутствуют, в существенной степени по причине «серости» большей его части).

В целом, можно сказать, что российский рынок утилизации ТКО находится на очень ранней стадии развития, характерной и для других стран БРИКС — уровень организованной переработки ТКО невелик, рынок крайне мал, фрагментирован и по большей части находится в «серой» зоне, основным способом утилизации является хранение на открытых полигонах: на всю страну имеется около 250 мусороперерабатывающих и 50 мусоросортировочных комплексов, а также 40 мусоросжигательных заводов. Предприятия полного цикла отсутствуют, а рынок представлен большим количеством мелких, очень часто «серых» или полностью нелегальных игроков. Организованная переработка ориентирована на брикетирование и захоронение, при минимальной и, прежде всего, ручной сортировке. Интегрированная система переработки мусора отсутствует.

Одной из причин сложившегося к настоящему времени положения в отрасли была законодательная база, весьма неоднородная и запутанная. Основным правовым актом, регламентирующим отрасль переработки ТБО был Федеральный закон № 89-ФЗ от 24 июня 1998 г. «Об отходах производства и потребления», определявший цели и основные принципы государственной политики в области обращения с отходами. Также она регулировалась смежными нормами законодательства, в частности, Федеральным законом от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» и некоторыми нормами бюджетного законода-

тельства, земельным, жилищным, градостроительным кодексами, рядом подзаконных актов, распоряжений и регламентов и прочими правоустанавливающими и регулируемыми документами. В результате отрасль привлекала мало внимания со стороны бизнеса, в значительной степени находилась в неформальном секторе экономики и была заметно криминализована, как в части деятельности нелегальных полигонов [9], так и нелегальной сортировки ТБО [8].

Для выхода из сложившейся критической ситуации, в последние годы были предприняты меры по изменению государственной политики регулирования отрасли, в значительной степени снявшие большинство наиболее существенных проблем. Так, 1 января 2015 г. вступил в силу Федеральный закон от 29.12.2014 г. № 458-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об отходах производства и потребления», 16 декабря 2016 г. Минпромторгом России представлена «Стратегия развития промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов производства и потребления на период до 2030 г.». Наконец, 15 ноября 2017 г. Президент РФ утвердил перечень поручений по результатам проверки исполнения законодательства и решений Президента в сфере регулирования обращения с отходами.

Новая законодательная база создает однозначное и единое для всей страны правовое поле и формирует единообразные правила игры, привлекающие на рынок утилизации ТБО располагающие значительными ресурсами крупные компании. Наиболее значимы для рынка следующие привнесенные ей новации:

- обязательная разработка территориальных схем по обращению с отходами в каждом субъекте федерации, регламентирующих расположение мусороперерабатывающих заводов и разграничивающих территории, снабжающие их ТБО;
- обязательный выбор регионального оператора по обращению с отходами, что стимулирует процессы консолидации отрасли с появлением небольшого количества крупных игроков, способных внедрять современные методы утилизации мусора;
- введение твердых тарифов на сбор, транспортировку и утилизацию отходов, что значительно упрощает процессы финансового планирования и стабилизирует источники дохода мусороперерабатывающих предприятий;
- государственное стимулирование процессов разработки и производства отечественного оборудования для переработки ТБО, что потенциально расширяет предложение более дешевого оборудования для новых мусороперерабатывающих заводов;
- запрет на захоронение на полигонах некоторых распространенных фракций ТБО (металл, стекло, бумага, термопласты и пр.), что в явном виде требует организации процессов сортировки отходов и значительно расширяет спрос на сортировочное оборудование, в том числе отечественного производства.

Предполагается, что в результате этих изменений на рынке появится новый тип игрока — крупное современное мусороперерабатывающее предприятие полного цикла, выделяющее из потока ТБО пригодные для повторного использования фракции и утилизирующее остальные, отправляя на захоронение существенно меньшее количество отходов (преимущественно, непригодные для иных применений шлаки и кек).

Изменения в законодательстве привели к значительному оживлению российской индустрии переработки мусора: проекты по строительству современных заводов по переработке ТБО, в обязательном порядке предполагающих сортировку отходов с выделением стекла, пластика и металла анонсированы в большинстве субъектов федерации. Многие из них пока являются лишь декларацией намерений, однако некоторые из них уже начаты или будут начаты в ближайшие годы (список наиболее проработанных из них приведен в табл. 3).

Подобные предприятия будут создаваться повсеместно, причем, данный процесс активизируется, начиная с 2021-2023 гг. Принимая во внимание, что Россия состоит из 85 субъектов федерации, а также, что большинство регионов требует, как минимум, 3-4 крупных и 2-3 средних и малых подобных предприятий, в ближайшие годы на территории РФ может быть создано не менее 300 новых заводов по сортировке и утилизации ТБО.

Помимо стимулирования потребления оборудования для переработки мусора, планируется стимулирование и его разработки и производства. Так, Стратегия развития промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов производства и потребления на период до 2030 г. в явном виде отмечает, что:

Таблица 3

Планы строительства мусороперерабатывающих заводов на территории РФ

№	Регион	Бюджет, млрд руб.	Мощность, тыс. т в год	Примечания
1	Московская обл., 4 завода	200	2800	Возможен существенный пересмотр проекта
2	Ленинградская обл.	4,5	Н/д	
3	Ингушетия	0,16	450	
4	Воронежская обл.	0,7	440	
5	Татарстан	20,8	550	
6	Иркутская обл.	3,8	300	В стадии проектирования
7	Владимирская обл.	Н/д	Н/д	На стадии предпроектных работ. Имеется инвестор
8	Бурятия	9	Н/д	На стадии предпроектных работ. Имеется инвестор
9	Тюменская обл., 4 завода	Более 1,7	440	В настоящее время строится только один завод из 4
10	Пермская обл., 3 завода	Н/д	Н/д	На стадии предпроектных работ. Имеется инвестор на один из заводов

«в настоящее время в составе мусоросортировочных комплексов в Российской Федерации в основном используются узлы и агрегаты импортного производства» и что «для локализации инновационных узлов <...> кроме гарантированного спроса требуются дополнительные меры стимулирования НИОКР и внедрения в производство». В связи с этим, планируется проведение комплекса мер для: «стимулирования внедрения наилучших доступных технологий в сфере переработки отходов на предприятиях, использующих оборудование отечественных производителей, в виде предоставления субсидий таким предприятиям» [10].

Таким образом, делается попытка реформировать российский рынок обращения ТБО в, практически, всех его аспектах — от структурного (от множества мелких игроков к крупным интегрированным операторам) и регуляторного (от преимущественно «серого» и «черного» криминализованного оборота к прозрачному и четко разграниченному рынку) до технологического (от простейшего импортного оборудования к современным заводам российского производства). Вместе с тем, важнейшим препятствием на пути реализации этих планов может стать невысокая платежеспособность российских граждан.

Очевидно, что в лишь небольшом количестве относительно богатых регионов, таких как Москва и Московская область, возможна реализация всех поставленных планов, как в части упорядочения процесса обращения с отходами, так и перехода к современным методам утилизации. Большая часть субъектов федерации ограничится лишь внедрением территориальных схем и минимальной требуемой законодательством сортировкой с сохранением утилизации на полигонах. А в некоторых регионах, прежде всего, небогатых и с существенной долей населения, проживающего в небольших городах и сельской местности сохранится прежняя ситуация — региональные рынки из-за малого размера и низкой платежеспособности населения будут малопривлекательны для крупных операторов и, несмотря на декларируемый переход к новым методам обращения с отходами, основную роль на нем будут играть мелкие «серые» компании и, часто нелегальные, свалки.

Оценка экономической эффективности проекта переработки ТБО

Весьма интересна, в данной ситуации, оценка реального платежеспособного спроса на современные инновационные технологии обращения с отходами на

российском рынке. Автор принимал участие в оценке экономического эффекта от внедрения современных технологий переработки ТБО, включая роботизированную сортировку отходов на основе системы машинного зрения и дельта-роботов и их плазменную газификацию — частей модульной системы переработки отходов, разработанной ИТ СО РАН.

В качестве примера в расчете рассматривался небольшой мусороперерабатывающий завод, оснащенный оборудованием, разработанным ИТ СО РАН (см. рис. 2). Размещаемый на территории, прилегающей к существующему полигону ФГУП «УЭВ СО РАН», завод по утилизации ТБО будет принимать на переработку бытовые отходы, образующиеся на территории Академгородка, р.п. Кольцово, а также части Первомайского района г. Новосибирска. Мощность завода — 50 тыс. т ТБО в год, что в настоящее время превышает объем создаваемых на территории отходов на 15-20%. Избыточная производительность завода позволит создать запас на будущее, когда за счет роста населения данной территории вырастет объем отходов. Кроме того, неиспользуемые мощности могут быть использованы для уничтожения ТБО, в настоящее время складываемых на данном полигоне.

Благодаря использованию высокотемпературной технологии плазменной газификации, они могут утилизироваться без предварительного выделения трудносгораемых и непригодных для сжигания фракций, что может снизить затраты на ликвидацию полигона. Поступающие на завод «свежие» ТБО будут подвергаться предварительной сортировке при помощи роботизированной системы с выделением пригодных для повторного использования материалов, что позволит несколько увеличить выручку предприятия.

Прочие фракции, представляющие собой, прежде всего, пищевые отходы, будут направляться на установку плазменной газификации, на которой из них будет вырабатываться синтез-газ. Предполагается, что синтез-газ будет накапливаться в газгольдере, что позволит сгладить флуктуации его химического состава, вызванные флуктуациями фракционного состава ТБО и затем передаваться по газопроводу на котельную, принадлежащую ФГУП «УЭВ СО РАН», где использоваться в качестве топлива. Данный подход позволит обеспечить максимальную глубину переработки ТБО, одновременно избегая проблем, связанных с организацией поставок тепла или электроэнергии в городские сети.

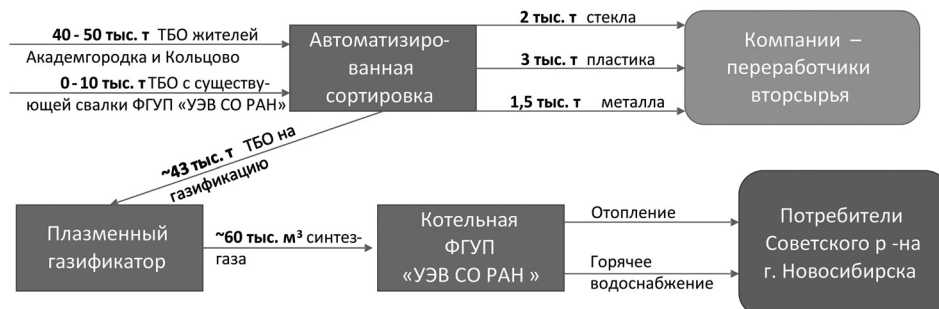


Рис. 2. Блок-схема завода по переработке ТБО в Советском районе г. Новосибирска

Финансовые результаты проекта по итогам года работы на плановой мощности в зависимости от тарифа на утилизацию ТБО (млн руб. в год)

	Тариф для населения, тыс. руб. за 1 т ТБО									
	0,188	0,376	0,500	0,750	0,884	1,250	1,500	1,750	2,000	2,500
Выручка, в том числе	156,6	194,2	219,0	269,0	295,7	369,0	419,0	469,0	519,0	619,0
Вторсырье	33,6	33,6	33,6	33,6	33,6	33,6	33,6	33,6	33,6	33,6
Синтез-газ	85,4	85,4	85,4	85,4	85,4	85,4	85,4	85,4	85,4	85,4
Тариф	37,6	75,2	100,0	150,0	176,7	250,0	300,0	350,0	400,0	500,0
Операционные расходы и амортизация	235,9	235,9	235,9	235,9	235,9	235,9	235,9	235,9	235,9	235,9
Налоги и сборы	38,6	44,4	48,1	55,8	59,8	83,4	99,5	115,7	131,8	164,0
Чистая прибыль	-118	-86	-65	-23	0	50	84	117	151	219
Бюджетный эффект при субсидировании убытка	-79,3	-41,7	-16,9	33,1	59,8	83,4	99,5	115,7	131,8	164,0

Затраты на строительство и оснащение завода оценивались в 1032 млн руб., из которых 83% будут потрачены на оборудование, 9% — на СМР, и 8% — на НИОКР. Предполагалось, что выручка создаваемого предприятия по утилизации ТБО формируется из трех основных источников:

1. Выручка от реализации извлеченного из ТБО вторичного сырья. Количество извлекаемого вторсырья и стоимость каждой из его фракций определяются составом ТБО в регионе и соотношением спроса и предложения на фракции на локальных рынках. Предприятие не имеет возможности влиять ни на один из данных параметров, в связи с чем в данном расчете выручка при выходе предприятия на проектную мощность оценивается в 33,46 млн руб. в год.
2. Выручка от продажи синтез-газа на котельную ФГУП «УЭВ СО РАН». В данном расчете предполагается, что цена синтез-газа определяется на основе цены природного газа со скидкой, пропорциональной его теплотворной способности. В связи с тем, что предприятие не способно влиять ни на цену природного газа ни на производительность процесса плазменной газификации, выручка от реализации синтез-газа при выходе предприятия на проектную мощность оценивается в 85,37 млн руб. в год.
3. Выручка от тарифа за утилизацию ТБО. В отличие от двух вышеописанных источников формирования выручки, в рамках концессии на утилизацию ТБО в Советском районе г. Новосибирска возможно изменение тарифа в относительно широких пределах так, чтобы обеспечить достаточный, как минимум, для операционной окупаемости объем выручки предприятия. В связи с этим, в данном расчете оценивается выручка и чистая прибыль завода при различном уровне тарифов на утилизацию ТБО (важно отметить, что данный тариф не включает затраты на сбор и доставку мусора до завода).

В табл. 4 приведена оценка финансовых результатов деятельности предприятия по итогам года, а в табл. 5 — основных коэффициентов финансовой эффективности проекта в зависимости от уровня тарифа на утилизацию ТБО, измеряемого в тыс. руб. на 1 т. Как видно из табл. 4, проект приносит убыток для консолидированного бюджета РФ вплоть до тарифа в 585 руб. за 1 т ТБО, так как операционный убыток завода будет требовать финансирования, единственным источником которого может быть госбюджет. При тарифе в 750 руб. за 1 т, фактически убыточный завод может быть прибылен для бюджета за счет превышения налоговых поступлений от него над операционным убытком.

Пороговым для операционной окупаемости уровнем тарифа является 883,56 руб. за 1 т утилизируемого на заводе ТБО, при превышении которого проект становится устойчиво прибыльным и не требует каких-либо субсидий или льгот для работы. Текущий тариф для населения равен ~188 руб. за тонну и включает сбор и доставку отходов до завода

Учитывая затраты на НИОКР, СМР и производство оборудования для утилизации, проект становится экономически выгодным при тарифе, превышающем 1750 рублей за 1 т утилизируемого ТБО (чистая приведенная стоимость рассчитывается при ставке, равной текущей ставке рефинансирования — 4,5% в год на горизонте в 20 лет). Некоторые коммерческие перспективы у проекта появляются при тарифе, превышающем 2000 руб. за тонну утилизируемого ТБО, что, скорее всего, невозможно в сложившихся в регионе в настоящее время условиях.

Выводы

Как видно из приведенных данных, внедрение современных технологий переработки ТБО неизбежно потребует значительного, более чем 4-5-кратного роста тарифов на утилизацию мусора. Очевидно, что бо́льший по производительности завод (плани-

Таблица 5

Коэффициенты финансовой эффективности проекта при постоянной работе завода на плановой мощности в зависимости от тарифа на утилизацию ТБО

	0,188	0,376	0,500	0,750	0,884	1,250	1,500	1,750	2,000	2,500
NPV, млн руб.	-1932	-1645	-1455	-1073	-872	-421	-116	190	495	1107
IRR, % годовых	<0	<0	<0	<0	<0	<0	2,83	6,97	10,46	16,33
PBP, лет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	22	18	14	12	10

руемая средняя мощность строящихся сейчас в РФ мусороперерабатывающих заводов 300-700 тыс. т в год) позволит несколько снизить их уровень, однако это снижение не будет значительным. Еще несколько понизить требуемый уровень тарифов позволит переход на менее энергозатратную технологию сжигания ТБО вместо плазменной газификации (прежде всего, в энергодефицитных регионах страны), что, однако, усложнит переработку отходов с существующих полигонов и встраивание завода в системы жизнеобеспечения города.

Широкомасштабное строительство современных заводов по утилизации ТБО потребует кратного роста тарифов, что практически невозможно в сложившейся экономической ситуации в большинстве регионов страны, за исключением наиболее состоятельных. Сохранение тарифов на текущем уровне возможно только при внедрении сортировки ТБО с последующим захоронением на полигонах (что разрешено нынешним законодательством), что, однако, может привести к росту социального напряжения из-за ухудшения экологической обстановки.

Чрезвычайно важно упрощение процессов встраивания заводов в системы жизнеобеспечения города.

Большинство предприятий по утилизации ТБО производят энергию или энергоносители в том или ином виде и их сбыт очень важен для финансового состояния компаний. Решение данного вопроса потребует согласования интересов нескольких сторон (собственно завода, муниципалитетов и владельцев местных энерго-, теплосетей и ТЭЦ), что возможно только при активной поддержке федеральных и региональных органов власти.

Срабатывание заводами отходов с существующих полигонов возможно только при государственном субсидировании этой деятельности или достаточно высоком тарифе на утилизацию «новых» ТБО. Некоторой экономии госрасходов можно добиться с использованием схем последующего редевелопмента освобождающихся территорий, но это возможно в регионах с относительно высокой стоимостью земли, причем лишь для некоторых, «удобно» расположенных свалок. Также возможно сочетание нескольких механизмов, включающих длительные концессии, редевелопмент и использование таких экзотических схем, как углеродные единицы, но, в большинстве случаев в большинстве регионов, существующие свалки останутся с нами еще очень надолго.

Список использованных источников

1. Arcadis Belgium nv. Assessment of the options to improve the management of bio-waste in the European union annex E: Approach to estimating costs. Brussels: European Commission Directorate-General Environment, 2009.
2. D. Hoornweg. What a waste. A Global Review of Solid Waste Management. Washington, DC: World Bank, 2012.
3. IEA Bioenergy. Municipal Solid Waste and its Role in Sustainability. Rotorua: ExCo, 2003.
4. Intergovernmental Panel on Climate Change. Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories. Montreal, 2000.
5. International Finance Corporation. Отходы в России: мусор или ценный ресурс. М.: Группа Всемирного банка, 2015.
6. International Solid Waste Association. ISWA guidelines: waste to energy in low and middle income countries. Vienna: ISWA General Secretariat, 2013.
7. World Bank. State and Trends of Carbon Pricing . Washington, DC: World Bank, 2020.
8. А. Гнединская. Нелегальная жизнь мусорных полигонов: от поселений бездомных до торговли продуктами//Московский комсомолец. 22.08.2017. <https://www.mk.ru/social/2017/08/21/nelegalnaya-zhizn-musornykh-poligonov-ot-poseleniy-bezdomnykh-do-torgovli-produktami.html>.
9. Опасные свалки в Подмоскowie: откуда берутся нелегальные мусорные полигоны. 09.02.2017. Вести.ру. <https://www.vesti.ru/article/1619409>.
10. Стратегия развития промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов производства и потребления на период до 2030 г. <http://static.government.ru/media/files/y8PMkQGZLfbY7jhn6QMruaKoferAowzJ.pdf>.

References

1. Arcadis Belgium nv. Assessment of the options to improve the management of bio-waste in the European union annex E: Approach to estimating costs. Brussels: European Commission Directorate-General Environment, 2009.
2. D. Hoornweg. What a waste. A Global Review of Solid Waste Management. Washington, DC: World Bank, 2012.
3. IEA Bioenergy. Municipal Solid Waste and its Role in Sustainability. Rotorua: ExCo, 2003.
4. Intergovernmental Panel on Climate Change. Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories. Montreal, 2000.
5. International Finance Corporation. Отходы в России: мусор или ценный ресурс. М.: Группа Всемирного банка, 2015.
6. International Solid Waste Association. ISWA guidelines: waste to energy in low and middle income countries. Vienna: ISWA General Secretariat, 2013.
7. World Bank. State and Trends of Carbon Pricing . Washington, DC: World Bank, 2020.
8. А. Gnedinskaya. Illegal life of landfills: from homeless settlements to grocery stores//Moskovskiy komsomolets. 22.08.2017. <https://www.mk.ru/social/2017/08/21/nelegalnaya-zhizn-musornykh-poligonov-ot-poseleniy-bezdomnykh-do-torgovli-produktami.html>.
9. Dangerous waste yards in Moscow region: how illegal landfills are formed. 09.02.2017. Vesti.ru. <https://www.vesti.ru/article/1619409>.
10. Municipal and industrial waste handling, utilization and neutralization strategy for the period up to 2030. <http://static.government.ru/media/files/y8PMkQGZLfbY7jhn6QMruaKoferAowzJ.pdf>.