



Механизмы возврата инвестиций в строительство мусоросжигательных заводов путем продажи электроэнергии и мощности

Е.А. Мельникова¹

¹ ООО «Ниссан Мэнюфэкчуринг РУС»

АННОТАЦИЯ

В статье проанализировано текущее состояние сферы обращения отходов и мировой опыт управления отходами, названы причины строительства мусоросжигательных заводов, выявлены и классифицированы основные механизмы возврата инвестиций в их строительство. Обоснована необходимость строительства мусоросжигательных заводов в России.

Дан критический анализ плана по строительству новых мусоросжигательных заводов в России, сделан вывод об их экологической безопасности и о возможности приравнять этот вид генерации к возобновляемой как теоретически, так и законодательно. Проведен качественный и количественный анализ планируемого метода возврата инвестиций. Установлено, что использование договоров поставки мощности в качестве механизма возврата инвестиций нецелесообразно. Выделены рациональные методы возврата инвестиций: механизм свободных двусторонних договоров, включение в состав режимных объектов и комбинирование продажи электроэнергии на балансирующем рынке и рынке на сутки вперед с продажей услуг по утилизации. Оптимальным оказался метод комбинирования, приведены рекомендации по его использованию.

Таким образом, в статье разработаны рекомендации по использованию механизмов возврата инвестиций в строительство мусоросжигательных заводов в России путем продажи электроэнергии и мощности.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

мусоросжигательные заводы, продажа электроэнергии и мощности, обращение отходов, возврат инвестиций.

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Мельникова Е.А. (2020). Механизмы возврата инвестиций в строительство мусоросжигательных заводов путем продажи электроэнергии и мощности // Стратегические решения и риск-менеджмент. Т. 11. № 1. С. 28–47. DOI: 10.17747/2618-947X-2020-1-28-47.

Return on investment mechanisms of the incinerators development by selling electricity and power

E.A. Melnikova¹

¹ LLC “Nissan Manufacturing RUS”

ABSTRACT

The article analyzes the current state and world experience of the waste management sphere, identifies the reasons for incinerators development, identifies and classifies the main mechanisms for returning investments in their construction. The necessity of building incineration plants in Russia is demonstrated.

Has been given a critical analysis of the plan of new waste incineration plants development in Russia. Has been made an inference about their environmental safety and the possibility of equating this type of generation theoretically and legislatively to renewable.

A qualitative and quantitative analysis of the planned method of return on investment was carried out. It was established that the use of power supply agreements as a mechanism for the return on investment is impractical. Rational methods of return on investment were identified: the mechanism of free bilateral agreements, inclusion in the structure of regime facilities and combining the selling of electricity in the balancing market and the day-ahead market with the selling of utilization services. The combination method turned out to be optimal, recommendations for its usage are given.

Thus, the article developed recommendations on the usage of mechanisms for the return on investment in the incinerators development in Russia by selling electricity and power.

KEYWORDS:

incinerators, sale of electricity and power, waste management, return on investment.

FOR CITATION:

Melnikova E.A. (2020). Return on investment mechanisms of the incinerators development by selling electricity and power. *Strategic Decisions and Risk Management*, 11(1), 28-47. DOI: 10.17747/2618-947X-2020-1-28-47.

1. ВВЕДЕНИЕ

Рост благосостояния общества и развитие технологий неразрывно связаны с ростом объема отходов, что с каждым годом становится все большей и большей проблемой. Изначально отходы захоранивались на полигонах, но со временем существующих площадей стало не хватать.

Вопрос перегруженности мусорных полигонов и их негативного влияния на экосистему, чистоту воздуха и здоровье людей стоит перед мировым сообществом уже несколько десятков лет. На 2016 год в мире ежегодно образовывалось 2017 млн тонн отходов; по прогнозам World Bank, к 2030 году эта цифра возрастет до 2586 млн тонн в год, а к 2050-му – до 3401 млн тонн в год. В ответ на усугубляющуюся проблему Европейское агентство по охране окружающей среды разработало в Базельской конвенции 2012 года иерархию методов обращения с отходами (рис. 1).

Наименее эффективным и приемлемым считается хранение и захоронение отходов на полигонах. Во-первых, полигоны загрязняют окружающую среду: регулярное пополнение приводит к спрессовыванию отходов, в нижние слои захоронений перестает поступать кислород, что приводит к химическим реакциям, выделяющим высокотоксичные газы. Во-вторых, полигоны занимают большие площади, которые государства смогут более эффективно использовать, – средний полигон занимает порядка 100 га, однако на месте мусорных полигонов опасно возводить жилье и рекреационные зоны. На данный момент, согласно статистике World Bank, захоронению подвергается 70% вновь образованных отходов.

Производство электроэнергии и тепла путем сжигания мусора занимает вторую ступень в иерархии методов обращения с отходами. В европейских странах этот способ очень распространен, так как сжигание является самым эффективным способом по утилизации больших объемов отходов и позволяет в короткие сроки решить проблему перегруженности мусорных полигонов.

На 2017 год лидером среди европейских стран по доле сжигания мусора была Эстония (64% вновь образованных отходов), далее идет Норвегия (58%) и Швеция (50%), наименьшая доля отходов подвергается сжиганию в России (5%) (табл. 1). Стоит отметить, что в странах Европейского региона электроэнергия, полученная путем сжигания отходов, приравнивается к энергии, полученной с помощью возобновляемых источников. На данный момент, согласно статистике World Bank, в среднем в Европе сжиганию с целью получения энергии подвергается 19% вновь образованных отходов.

Третью и четвертую ступени в иерархии занимают вторичная переработка и вторичное использование отходов. Такое деление весьма условно, так как некоторые виды отходов могут попадать в обе категории обращения, напри-

Рис. 1. Иерархия обращения отходов



мер стеклотара подвергается вторичному использованию, а стеклобой – вторичной переработке. На данный момент вторичной переработке и вторичному использованию подвергаются такие виды отходов, как металлы, бытовая техника, бумажные и картонные изделия, стекло, пластиковые бутылки и изделия специальных маркировок, ряд химических отходов, текстиль, аккумуляторы и т.д. Однако переработке сегодня не может подвергаться строительный мусор, пищевые отходы, медицинские и биологические отходы, а также большая часть упаковки и т.д. ввиду отсутствия технологий, что затрудняет полноценный переход общества на более высокие ступени. Сейчас вторичной переработке и использованию подвергается лишь 11% вновь образованных отходов.

Вершиной в иерархии является сокращение количества образуемых расходов. Этот метод включает в себя концепцию осознанного потребления и Zero waste (ноль отходов): отсутствие перепотребления, сокращение покупок избыточного количества продуктов питания, повторное использование всех предметов и материалов и сокращение использования одноразовой упаковки.

Базельская конвенция 2012 года определяет сокращение количества образуемых отходов как приоритетное направление в решении проблемы избыточных отходов. Однако недостаточно только сокращать объемы вновь образующихся отходов, необходимо утилизировать уже накопившиеся объемы при помощи переработки и сжигания. Многие страны на протяжении нескольких десятилетий решают данную проблему с помощью мусоросжигательных заводов (МСЗ), строительство которых требует крупных капитальных вложений. Поэтому выявление механизмов возврата инвестиций в их строительство – крайне актуальная задача.

Целью настоящей статьи является исследование использования механизмов возврата инвестиций в строительство МСЗ в России путем продажи электроэнергии и мощности.

В статье проводится анализ текущего состояния сферы обращения отходов в России и мирового опыта строитель-

Таблица 1
Доля сжигания отходов в общей утилизации в европейских странах, 2017 год (%)

Страна	Эстония	Норвегия	Швеция	Бельгия	Австрия	Германия	Россия
Доля сжигания	64	58	50	44	37	35	5

Источник: составлено автором по [Мочалова и др., 2017].

ства мусоросжигательных заводов, определяются и классифицируются механизмы возврата инвестиций в строительство, рассматриваются существующие проекты по строительству МСЗ в РФ. Далее проведен критический анализ планируемого метода возврата инвестиций в строительство новых заводов. Рассмотрены выявленные электроэнергетические механизмы возврата инвестиций в строительство новых мусоросжигательных заводов в России, разработаны рекомендации по их использованию.

Также в статье структурируются и систематизируются методы возврата инвестиций и проводится бенчмаркинг технологий управления отходами между странами.

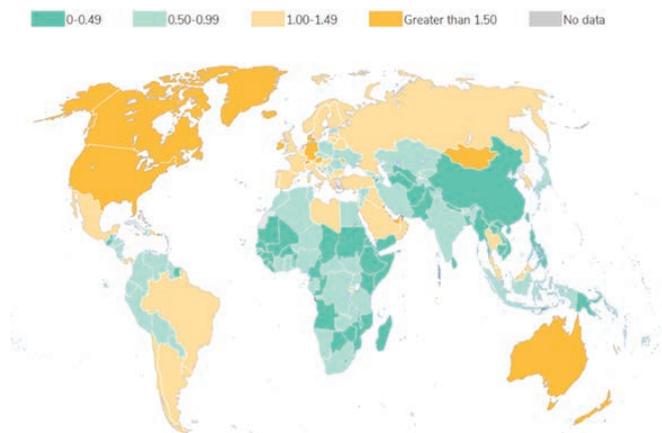
2. ОБРАЩЕНИЕ ОТХОДОВ В РОССИИ И МИРЕ

2.1. ОТХОДЫ В РОССИИ

Согласно данным World Bank, Россия сегодня относится к блоку стран с высоким уровнем производства твердых коммунальных отходов (ТКО) – от 1 до 1,5 кг отходов на душу населения в день¹ (рис. 2).

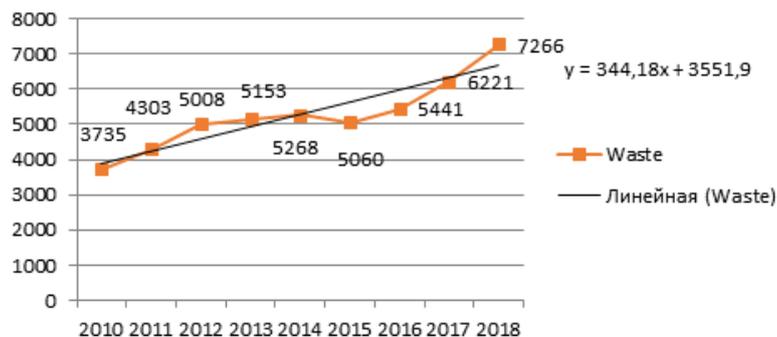
По данным отчета «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2018 году»², на территории РФ образовалось 7266 млн тонн отходов, что больше аналогичного показателя 2017 года на 1045 млн тонн (рис. 3). С 2010 по 2018 год объем образующихся отходов вырос на 3531 млн тонн, что составляет порядка 95%. Стоит отметить, что в последние три года наблюдается драматический рост ежегодного образования отходов. Согласно оценкам Министерства природных ресурсов и экологии Российской Феде-

Рис. 2. Величина твердых коммунальных отходов, производимых на душу населения (кг/чел. в день)



Примечание. Желтым цветом на карте отмечены страны с наибольшим производством отходов на душу населения, зеленым – страны с наименьшим производством отходов на душу населения.

Рис. 3. Динамика образования отходов в России (млн тонн)



Источник: построено автором на данных Росстата. URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/environment/#.

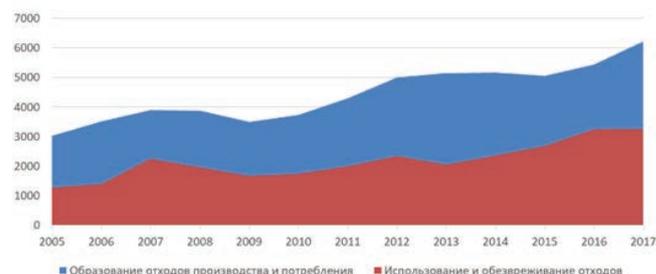
рации, темп роста объемов образования отходов сохранится в 2019–2024 годах, что неблагоприятно скажется на состоянии окружающей среды и уровне здоровья населения в стране.

Если рассмотреть объемы отходов, которые используются и обезвреживаются после производства, видно, что их абсолютная величина растет во времени вместе с величиной производства отходов, но при этом и доля используемых и обезвреживаемых отходов среди всех отходов постепенно увеличивается, что говорит о переходе к более эффективной с точки зрения утилизации отходов политике (рис. 4). Тем не менее темп роста этой доли невелик, поэтому необходимо изменение системы утилизации отходов, с тем чтобы остановить накопление долгосрочных негативных эффектов от существующих в окружающей среде ТКО.

Отходы делятся на пять классов по степени опасности:

- I класс – чрезвычайно опасные отходы, вызывающие необратимые изменения в экосистеме и окружающей среде. К таким отходам относятся полоний, ртуть, плутоний, синтетические масла и т.д. Утилизация отходов данного класса производится путем захоронения на специальных полигонах или цементирования.

Рис. 4. Образование, использование и обезвреживание отходов производства и потребления в Российской Федерации (млн тонн)



Источник: построено автором на данных Росстата. URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/environment/#.

¹ URL: <http://datatopics.worldbank.org/what-a-waste/>.

² URL: http://www.mnr.gov.ru/docs/o_sostoyanii_i_ob_okhrane_okruzhayushchey_sredy_rossiyskoy_federatsii/gosudarstvennyy_doklad_o_sostoyanii_i_ob_okhrane_okruzhayushchey_sredy_rossiyskoy_federatsii_v_2018_/.

- II – высокоопасные отходы, вызывающие изменения экосистемы, восстановление после ликвидации источника занимает не менее тридцати лет. К отходам этого класса относятся гальванические элементы, свинец, аккумуляторы, батарейки и т.д. Такие отходы сначала проходят химическую обработку, а затем подвергаются захоронению или переработке.
- III – умеренно опасные отходы, оказывающие неблагоприятное воздействие на экосистему, период восстановления после ликвидации источника – не менее десяти лет. К отходам третьего класса опасности относятся топливо, ацетоносодержащие растворители, отходы нефтехимической промышленности, биологические отходы животноводства и т.д. Основной метод утилизации отходов данного класса – сжигание, также используются переработка и захоронение на специальных полигонах в герметичных контейнерах.
- IV – малоопасные отходы, имеющие слабое негативное воздействие на окружающую среду, период восстановления экосистемы – три года. К отходам четвертого класса относятся строительный мусор, автомобильные шины, стекло, биологические отходы животноводства, деревянные изделия и т.д. Основной метод утилизации данного вида отходов – захоронение, также используются сжигание и переработка.
- V – практически неопасные отходы, не представляющие угрозы для экосистемы. К ним относятся бумага, опилки, пищевые отходы, упаковка, резиновые изделия и т.д. Основные методы утилизации данных отходов – переработка и захоронение, реже – сжигание. Стоит также отметить, что в России запрещено захоронение макулатуры, стекла и стеклобоя, металлолома и полиэтиленовых изделий, эти отходы обязательны к переработке.

В Российской Федерации на 2018 год отходы III–V классов опасности составили 99,9% всех отходов, образованных на территории государства (табл. 2). Таким образом, вторичной переработке и сжиганию может быть подвержено 99,9% всех образующихся отходов.

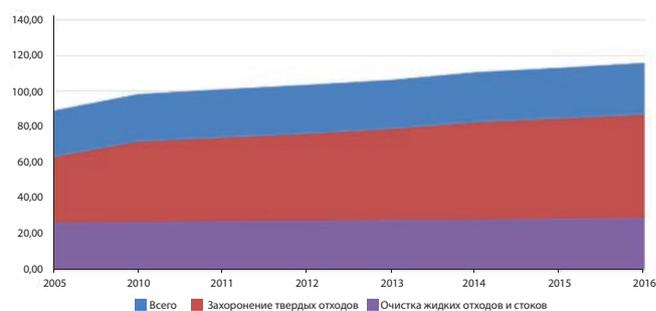
Таблица 2
Доля отходов разных типов, 2018 год

Класс опасности	I	II	III	IV	V
Объем (млн тонн)	0,02	0,27	20,40	107,3	7138,1
Доля (%)	0,000	0,004	0,281	1,477	98,240

Источник: построено автором на данных Росстата. URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/environment/#.

Если посмотреть на динамику величины выбросов парниковых газов, связанных с утилизацией твердых коммунальных отходов, приведенную на рис. 5, можно увидеть, что с 2005 по 2016 год произошло увеличение общего количества парниковых газов, выброшенных в атмосферу из-за отходов, при этом большая часть – от их захоронения, и эта доля только растет со временем. Таким образом, негативные внешние эффекты для атмосферы от текущего производства

Рис. 5. Выбросы парниковых газов, связанные с отходами (млн тонн CO₂)



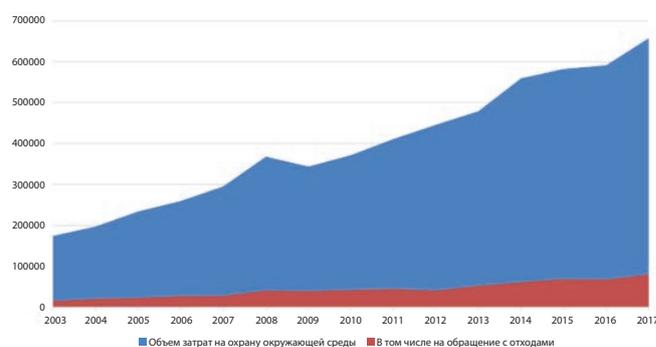
Источник: построено автором на данных Росстата. URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/environment/#.

и способа утилизации отходов велики и только увеличиваются, что говорит о необходимости изменения существующей системы утилизации ТКО.

Величина расходов государства на охрану окружающей среды существенно возросла с 2003 по 2017 год со 180 000 млн руб. до 650 000 млн руб. (рис. 6). Также наблюдается и рост затрат на обращение с отходами, хотя их доля в общих расходах на охрану окружающей среды падает со временем. Это свидетельствует о том, что данное направление было неприоритетным и развитие технологий, связанных с утилизацией отходов, было медленным.

Как отмечается в [Шингаркина, 2015], в России ежегодно скапливается около 3,5 млрд тонн отходов, из которых перерабатывается только четверть. Большую часть отходов отправляют на захоронение на полигоны. Использование системы полигонов обусловлено исторической традицией СССР и неразвитостью сферы переработки отходов, которая требует больших капиталовложений и структурных изменений в экономике и праве. В настоящий момент экономическая и юридическая системы в России устроены так, что более эффективные с точки зрения экологии способы переработки отходов менее выгодны для населения, чем неэффективные, такие, как захоронение отходов на полигонах.

Рис. 6. Затраты на охрану окружающей среды в Российской Федерации (в фактически действовавших ценах, млн руб.)



Источник: построено автором на данных Росстата. URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/environment/#.

2.2. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

В этом подразделе будет рассмотрена отечественная и зарубежная научная литература, посвященная текущей ситуации с утилизацией отходов в России и описанию эффективности различных методов утилизации.

Л.А. Мочалова и ее соавторы в [Мочалова и др., 2017] приводят описание косвенных внешних эффектов твердых коммунальных отходов: физическое, химическое и биологическое загрязнение окружающей среды, рост инфекционных заболеваний. Кроме того, авторы описывают зарубежный опыт в сфере утилизации отходов и утверждают, что самой эффективной технологией утилизации мусора в мире на текущий момент является комбинация различных способов: сортировка и вторичная переработка мусора аэробным и анаэробным путем, сжигание и захоронение.

В статье В.С. Шингаркиной [Шингаркина, 2015] обсуждается необходимость создания специальной отрасли по утилизации ТКО, обусловленная ежегодным ростом объема производимых отходов, а также увеличением территорий, используемых в качестве свалок, вокруг населенных пунктов. В то время как в России большинство отходов отправляют на полигоны, в других странах мира на полигоны попадают только те, которые не поддаются переработке; таким образом, уровень загрязнения окружающей среды отходами в России выше, чем в других государствах. До реформы в области утилизации твердых коммунальных отходов все этапы утилизации мусора: сбор, транспортировка, сортировка, переработка или захоронение – осуществлялись различными предприятиями, что увеличивало риск возникновения проблем на каждом из них и усложняло централизованное управление процессом. Кроме того, тарифы на обработку отходов на порядок превышали стоимость захоронения, что предопределяло способ их утилизации.

В.К. Вискузи с соавторами [Viscusi et al., 2011] рассуждают о том, какие методы воздействия на общественное сознание в области защиты окружающей среды более эффективны, и приводят два возможных канала нематериального влияния: социальные нормы, то есть общественные нормы допустимого поведения в рассматриваемой области, и «теплое свечение» (warm glow) – индивидуальная нематериальная полезность от участия в защите окружающей среды. Введение более строгих законов в области защиты окружающей среды приводит к тому, что больше людей начинают их соблюдать, меняются общественные ожидания того, какое поведение является нормальным, и, как следствие, меняются социальные нормы и величина индивидуальной полезности от следования данным нормам.

Согласно Г. Сигману и С. Стэффорду [Sigman, Stafford, 2011], эффективность очищения загрязненной территории должна оцениваться с точки зрения соотношения выгод и издержек такого очищения, причем среди выгод следует рассматривать и такие эффекты снижения загрязнения, как уменьшение числа врожденных заболеваний у новорожденных и числа онкологических заболеваний, что в свою очередь приводит к увеличению ожидаемой продолжительности жизни населения.

Таким образом, из обзора литературы можно сделать вывод о том, что нынешнее состояние окружающей среды,

связанное с ее загрязнением ТКО, требует снижения производства отходов и изменения методов их утилизации. К ним относятся:

- воздействие на общественное сознание путем изменения социальных норм и индивидуальной полезности граждан от участия в программах защиты окружающей среды;
- сортировка, переработка отходов и их вторичное использование;
- сжигание отходов с получением электроэнергии;
- захоронение отходов на полигонах.

В настоящий момент, как уже отмечалось, преобладающим методом утилизации отходов в России является их захоронение на полигонах, вызывающее серьезное долгосрочное загрязнение окружающей среды, ухудшение здоровья и снижение продолжительности жизни населения, а также социальное недовольство граждан, проживающих в населенных пунктах неподалеку от полигонов. По информации Минприроды России за 2018 год³, каждый год в России образуется около 70 млн тонн твердых коммунальных отходов, и имеющихся полигонов хватит не более чем на 6 лет, причем на некоторых территориях их возможности уже исчерпаны, поэтому требуется создание новой отрасли экономики, а также вовлечение людей в раздельное накопление отходов. Таким образом, требуется изменение структуры утилизации отходов в Российской Федерации, а также принятие мер по сокращению объемов отходов на уже имеющихся полигонах, что можно решить за счет строительства мусоросжигательных заводов.

Далее будет рассмотрен мировой опыт обращения с отходами и строительства МСЗ и выявлены механизмы возврата инвестиций в их строительство.

2.3. МИРОВОЙ ОПЫТ СТРОИТЕЛЬСТВА МУСОРОСЖИГАТЕЛЬНЫХ ЗАВОДОВ

Китай

Резкий рост социально-экономического развития Китая с 1970-х годов и увеличение населения привели к драматичному повышению потребительского спроса и, как следствие, – объемов отходов [Landsberger, 2019]. Проблему переполнения полигонов для захоронения отходов власти страны начали активно решать в начале 1980-х. До этого отходы вывозились на полигоны на окраинах городов и никак не утилизировались; это привело к загрязнению почв и воздуха, что способствовало росту заболеваемости жителей мегаполисов. За основу экологической политики начала 1980-х был взят принцип «загрязнение устраняет виновник»; были созданы специализированные научно-исследовательские центры по вопросам экологии, в частности по утилизации отходов.

Меры, предпринятые в 1980-х, не были достаточно эффективными и не смогли значительно улучшить экологическую ситуацию в Китае. Поэтому в конце 1995 года в стране был принят новый закон об охране окружающей среды, который содержал в себе 364 экологических стандарта, в частности было принято решение о строительстве в 640 городах

³ URL: http://www.mnr.gov.ru/press/news/goryachie_linii_dlya_naseleniya_po_voprosam_realizatsii_reformy_tko_dolzhen_otkrytya_v_regionakh_rf/

страны МСЗ. Мусоросжигательные заводы были признаны китайскими учеными как более экологичная альтернатива теплоэлектростанциям, использующим в качестве топлива торф, уголь и древесину, также их преимуществом стала возможность утилизации крупных объемов отходов. Таким образом, с помощью строительства МСЗ решались сразу две экологические проблемы.

Финансирование строительства МСЗ в Китае стимулируется государством за счет сокращения налогов и процентной ставки по кредитам Национального банка для инвестирующих компаний [Bondes, 2019]. Состав инвестирующих компаний формируется путем организации государством конкурсного отбора. Согласно инвестиционным проектам, срок возврата инвестиций в строительство МСЗ составляет 8–12 лет, время получения прибыли – 18–22 года, срок эксплуатации – 30 лет.

В 2018 году в Китае сжигалось 40% вновь образующихся отходов, выработано электроэнергии 30,1 ГВт, что составило 1,58% всей выработки [Bondes, 2019]. К 2025 году планируется сжигать 50% вновь образующихся отходов. На 2015 год в стране работали 244 мусоросжигательных завода, строились 121 МСЗ, 133 проекта находились на стадии проведения тендеров на строительство. При технологическом присоединении к сетям с целью продажи электроэнергии приоритет отдается мусоросжигательным заводам.

В Китае электроэнергия, производимая за счет сжигания мусора, приравнивается к возобновляемой, поэтому на нее действует «зеленый» тариф. При его применении владелец генератора продает излишки электроэнергии, которые остались после собственного использования, государству (в Китае – Единой сетевой компании) по специальному повышенному тарифу, так как стоимость возобновляемой энергии выше, чем традиционной.

Таким образом, основная нагрузка по возврату инвестиций в строительство МСЗ в Китае прямо и косвенно лежит на государстве [Bondes, 2019]: в 2018 году стоимость 1 кВт*ч на мусоросжигательном заводе равнялась 0,1 долл., в них дотации государства («зеленый» тариф) на 1 кВт*ч составляли 0,04 долл., или 40%; при учете косвенного инвестиционного бремени – налоговых и кредитных льгот инвестирующим компаниям – инвестиционная нагрузка государства составляла порядка 70%.

Эстония

Первый мусоросжигательный энергоблок в Эстонии был построен в 2013 году на ТЭЦ в Иру, его установленная мощность составила 17 МВт, или 6% установленной мощности Эстонии⁴. Помимо электрической энергии данный блок вырабатывает еще и теплоэнергию (60 МВт), полностью обеспечивая потребности городов Маарду и Пайде, а также 20% потребностей Таллина.

Энергоблок был построен эстонским холдингом Eesti Energia, стоимость составила 10,9 млн евро, из них 3 млн евро пришлось на государственные субсидии за совместное производство. По оценкам экспертов, стоимость 1 кВт*ч энергии, выработанной на новом блоке, на 20% ниже, чем

на газотурбинной ТЭЦ, и составляет 0,08 евро. Эта разница обусловлена высокой стоимостью ископаемого топлива для производства электроэнергии, так как Эстония является импортером топлива и собственной добычи не ведет. Поэтому строительство дорогостоящих мусоросжигательных энергоблоков является более выгодным при анализе полной стоимости владения благодаря низкой стоимости используемого топлива.

Согласно расчетам отдела по развитию ТЭЦ Иру, введение мусоросжигательного энергоблока ежегодно экономит жителям Таллина, Пайде и Маарду 3,5 млн евро на оплату электроэнергии. Структура рынка электроэнергии и мощности Эстонии позволяет участникам оптового рынка электроэнергии самостоятельно выбрать генератора и заключить с ним договор на поставку электроэнергии по регулируемым тарифам, далее заключается договор на передачу электроэнергии с единой электросетевой компанией с регулируемым тарифом в зависимости от расстояния передачи. Таким образом, многоквартирные товарищества и производственные предприятия, расположенные в окрестностях ТЭЦ Иру, предпочитают покупать электроэнергию, произведенную путем сжигания мусора, так как она наиболее дешева. При увеличении расстояния передачи электроэнергии потребители переключаются на потребление энергии газотурбинных ТЭЦ.

Согласно исследованию [Кривулькин, 2017], на 2017 год в Эстонии сжигается для получения электроэнергии 64% вновь образованных отходов ежегодно, что загружает мусоросжигательный энергоблок на 72%; остальные отходы подвергаются вторичной переработке. С целью полной загрузки энергоблока из Финляндии ежегодно импортируется 10 тыс. тонн отходов для выработки электроэнергии, так как стране не хватает собственных мощностей для переработки отходов. Далее Финляндия выкупает произведенную на ТЭЦ Иру электроэнергию через биржу электроэнергии Nord Pool⁵ по тарифам на сутки вперед.

Таким образом, основная нагрузка по возврату инвестиций в строительство мусоросжигательного энергоблока в Эстонии лежит на потребителях электроэнергии через торговлю на национальных оптовом и розничном рынках электроэнергии и мощности. Надбавки, ценовые субсидии и «зеленый» тариф не применяются, возврат инвестиций осуществляется путем продажи большого объема энергии по низкой стоимости. Также возврат инвестиций осуществляется через экспорт электроэнергии Финляндии через Nord Pool по тарифам на сутки вперед, энергия к ВИЭ не приравнивается. По предварительным оценкам, полный возврат инвестиций в строительство данного энергоблока наступит в 2024 году.

Финляндия

В Финляндии на 2018 год сжиганию с целью производства электроэнергии и тепла подвергалось 58% вновь образованных отходов, доля энергии отходов в общей выработке электроэнергии страны на 2018 год составила 2,3%⁶. Сейчас в Финляндии работают девять заводов по сжиганию отходов, восемь из которых принадлежат компании Fortum; девятый, самый мощный, построен компанией Vantaan Energia в

⁴ Государственный портал Эстонии. URL: <https://www.eesti.ee/ru/>.

⁵ URL: <https://www.nordpoolgroup.com/>

⁶ Статистика Финляндии. URL: <https://www.stat.fi/>.

2014 году. Данный завод находится в пригороде Хельсинки и обеспечивает электроэнергией 20% потребностей столицы, а также обслуживает центральную систему теплоснабжения на 45%. По расчетам экспертов, срок окупаемости мусоросжигательных заводов в Финляндии составляет 12 лет.

Согласно исследованиям [Alexander, 2016], основной целью строительства МСЗ в Финляндии является сокращение потребления угля для производства электроэнергии, так как одним из основных направлений экологического развития министерство сельского хозяйства и охраны окружающей среды считает декарбонизацию. Согласно расчетам экспертов, после запуска завода Vantaan потребление угля в стране снизилось на 34%.

Стоит отметить, что в Финляндии МСЗ не покупают отходы: жилищные хозяйства и промышленные предприятия оплачивают услуги по утилизации отходов как мусоросжигательным заводам, так и мусороперерабатывающим. Часть отходов экспортируется в Эстонию и Швецию с целью дальнейшей покупки электроэнергии.

В отличие от эстонских, мусоросжигательные заводы Финляндии напрямую торгуют энергией на бирже Nord Pool на внутрисуточном рынке, не продавая ее на внутреннем рынке. Однако МСЗ Финляндии продают государству тепло для центральной системы теплоснабжения.

Таким образом, возврат инвестиций в строительство мусоросжигательных заводов осуществляется путем предоставления услуг по утилизации отходов, продажи электроэнергии и мощности через биржу Nord Pool на внутрисуточном рынке и продажи тепла в центральную систему отопления. Государственные субсидии не используются, как и «зеленые» тарифы, энергия к ВИЭ не приравнивается. Финляндия планирует строительство еще пяти заводов.

Швеция

На 2018 год в Швеции действовали 34 мусоросжигательных завода, производивших 3,4%⁷ всей потребляемой электроэнергии страны и 20% – тепловой. Сжиганию подвергались 50% вновь образованных отходов, остальные отходы шли на вторичную переработку⁸. Производство электроэнергии путем сжигания мусора является экономически очень выгодным для государства: с одной стороны, это недорогой способ утилизации отходов, с другой – отходы являются самым доступным топливом для производства тепла и электроэнергии на ТЭЦ. Стоит отметить, что доля ТЭЦ в производстве электроэнергии в Швеции составляет всего 9%, основным их назначением служит производство тепла для центральной системы отопления. Основой электроэнергетической системы Швеции являются гидро- и атомные электростанции, которые производят 82% всей электроэнергии страны.

Отличительной особенностью Швеции является экспорт услуг по утилизации отходов на мусоросжигательных заводах. Ежегодно Швеция импортирует около 1,5 млн тонн отходов из Великобритании, Ирландии, Норвегии, Франции, Нидерландов и России, что составляет 45% объемов сжи-

гаемых в стране отходов. Стоимость утилизации 1 тонны отходов для стран-импортеров составляет порядка 70 евро; таким образом, Швеция не только дозагружает избыточные мощности МСЗ, но и получает дополнительный доход.

По данным [Dzebo, 2017], все мусоросжигательные заводы Швеции были построены двумя компаниями без привлечения сторонних инвестиций и государственных субсидий – Fortum и Borlange Energy. Крупнейшим МСЗ в Швеции является завод Hogdalenverket, построенный в 1970 году и реконструированный в начале 1990-х. Расположенный в «спальном» районе Стокгольма, Hogdalenverket покрывает 60% потребностей столицы в тепловой энергии и 20% – в электроэнергии, утилизируя 95% вновь образованных отходов Стокгольма и его пригородов. Несмотря на избыточные мощности уже существующих МСЗ, компания Borlange Energy планирует к 2025 году построить новый завод с установленной мощностью в 30 ГВт, который будет работать на утилизацию отходов, импортированных из Норвегии и Финляндии.

Возврат инвестиций в строительство мусоросжигательных заводов в Швеции осуществляется из трех источников, основным из которых является экспорт услуг по утилизации отходов. Произведенная на МСЗ электроэнергия торгуется на бирже Nord Pool внутри зон свободного перетока, в которых располагается генератор; электроэнергия торгуется на рынке на сутки вперед и на внутрисуточном рынке, государственное субсидирование и «зеленый» тариф отсутствуют. Также возврат инвестиций осуществляется за счет продажи государству тепловой энергии для обеспечения центрального теплоснабжения городов.

Германия

По данным [Sigman, 2011], активное строительство мусоросжигательных заводов в Германии в начале 1980-х было обусловлено экологической политикой страны, направленной на декарбонизацию, в частности сокращением использования угля для генерации электро- и тепловой энергии, так как при сжигании отходов выход диоксида углерода в четыре раза ниже, чем при горении угля, а энергоемкость соответствует энергоемкости бурого угля. Новая волна строительства заводов началась в 2015 году после принятия Парижского соглашения в составе Рамочной конвенции ООН об изменении климата, которое регулирует меры по снижению содержания углекислого газа в атмосфере и призывает ограничить использование в качестве топлива природных ископаемых⁹.

На конец 2018 года в Германии насчитывалось 68 мусоросжигательных заводов и 30 электростанций, подключенных к ним¹⁰. Отличительной чертой Германии в производстве электроэнергии на топливе из отходов является разделение непосредственно сжигания отходов и их преобразования в электроэнергию, то есть МСЗ продает полученный при утилизации пар стоящей рядом электростанции.

Второй отличительной чертой является использование сухого остатка сточных вод из очистных сооружений в каче-

⁷ EES EAEC. Мировая энергетическая статистика. URL: <http://www.eeseaec.org/energetika-stran-mira/>.

⁸ Официальный сайт Швеции (на русском языке). URL: <https://ru.sweden.se/>.

⁹ Европейская комиссия. Результаты исследований. URL: <https://cordis.europa.eu/>.

¹⁰ Федеральное министерство окружающей среды Германии. URL: <https://www.bmu.de/>.

стве топлива для производства электроэнергии: сегодня термическому воздействию подвергается более 60% осадков.

90% опасных биологических отходов, в том числе медицинских, также подвергается термической обработке с целью получения электроэнергии; в каждой земле Германии построен завод по их сжиганию. Эти заводы используют метод слоевого сжигания – подачу горячих воздушных потоков на слой отходов, загруженных на колосниковую решетку, при температуре 1000 °С, что обеспечивает безопасность утилизации.

На 2018 год сжиганием утилизировалось 35% вновь образованных отходов с годовой выработкой электроэнергии в 6000 ГВт*ч, остальные отходы подвергались вторичной переработке¹¹. На МСЗ в Германии отправляются, как было отмечено, медицинские отходы, остаточные отходы, не пригодные для переработки ввиду состояния, перерабатываемые отходы, например грязный пластик или промасленный картон. В отдельную категорию выделяются отходы, переработка которых возможна, однако ее энергоемкость крайне высока; такие отходы эффективнее сжигать с целью производства электроэнергии. Из золы и шлаков, остающихся после сжигания отходов, извлекаются железо и цветные металлы, которые далее идут на вторичную переработку; прочие остатки от сжигания используются в производстве дорожно-строительных материалов.

Строительство одного МСЗ в Германии обходится в 243 млн евро¹², из которых порядка 70% приходится на строительство и установку печей и системы очистки выбросов производства. Возврат инвестиций в строительство комплексов мусоросжигательных заводов с прилегающими электростанциями происходит путем учета амортизации в тарифе на электроэнергию для промышленных и бытовых потребителей и платы за услуги по утилизации отходов. Таким образом, потребители несут двойное бремя по инвестированию в строительство МСЗ: плату за потребленную электроэнергию и плату за услуги по утилизации отходов.

Австрия

Отличительной чертой Австрии в опыте использования мусоросжигательных заводов является их интеграция в городскую среду. Ярким примером является МСЗ Spittelau, расположенный в центре Вены и являющийся одной из десяти главных достопримечательностей столицы. Завод оснащен передовыми японскими технологиями по очистке выбросов, поэтому безопасен для экосистемы города и не вызывает протестов и жалоб у местных жителей.

Согласно описанию [Silvestri, 2015], изначально в 1972 году завод был построен для утилизации отходов, а вырабатываемая электроэнергия должна была только обеспечивать его работу, однако при проведении плановых модернизаций установленная мощность завода была увеличена на 40%, что позволило производить тепловую энергию для нужд главного управления полиции, центрального госпиталя, городского освещения и центрального района Вены. Се-

годня установленная мощность завода составляет 460 МВт. В 2015 году на территории Spittelau была открыта станция по зарядке электромобилей, полностью обеспечиваемая заводом. Инвестиции в модернизацию МСЗ осуществляются за счет продажи электроэнергии напрямую властям города по договорам – аналогам свободных двусторонних договоров (СДД) по фиксированным тарифам, определенным на год, продажи услуг по зарядке электромобилей и проведения экскурсий.

На конец 2020 года запланирован запуск еще одного мусоросжигательного завода в Вене, установленная мощность которого составит 100 МВт¹³. Этот завод будет оказывать услуги по утилизации не только твердых бытовых отходов, но и отходов очистных водных сооружений. Очищенная вода будет возвращаться в Дунай через турбины, создавая дополнительные электроэнергетические мощности. Новый завод будет обеспечивать электроэнергией инфраструктуру города, в частности освещение, светофоры и станции по зарядке электромобилей. Стоимость его строительства составила 250 млн евро, планируемый срок окупаемости – 12 лет. Механизм возврата инвестиций на строительство – продажа электроэнергии властям Вены по фиксированным на год тарифам (аналог СДД) и предоставление услуг по зарядке электромобилей.

На 2018 год доля электроэнергии, производимой на мусоросжигательных заводах, в Австрии составила 2,6%, правительство планирует увеличить ее до 5% к 2030 году в рамках программы по декарбонизации¹⁴.

Основными механизмами возврата инвестиций в строительство МСЗ в Австрии являются: продажа электроэнергии по фиксированным тарифам городским властям, предоставление услуг по утилизации отходов, по зарядке электромобилей, развлекательных услуг (смотровые площадки, экскурсии и пункты общественного питания).

Япония

На 2018 год Япония была одним из мировых лидеров в генерации электроэнергии путем сжигания отходов, доля МСЗ составила 5,4% всей выработки электроэнергии страны. Всего на 2018 год в Японии насчитывалось 358 мусоросжигательных заводов, генерирующих электроэнергию с суммарной установленной мощностью в 1,77 ГВт¹⁵. Популярность данного вида генерации обуславливается не только необходимостью утилизации больших объемов отходов, что является следствием роста технологической развитости государства и, соответственно, роста потребления, но и дороговизной ископаемого топлива, которое страна импортирует. Также изменения энергетического баланса страны были вызваны отказом от атомной генерации после аварии на АЭС «Фукусима-1» в 2011 году.

План по реформам электроэнергетики Японии включает дальнейшее изменение структуры генерации. К 2025 году планируется повторный ввод в эксплуатацию всех атомных энергоблоков и дальнейший постепенный отказ от генера-

¹¹ Федеральное агентство по окружающей среде Германии. URL: <https://www.umweltbundesamt.de/>.

¹² Там же.

¹³ Международный портал по статистике электрогенерации. URL: <https://www.iea.org/>.

¹⁴ Там же.

¹⁵ Там же.

ции электроэнергии на ископаемом топливе в пользу биотоплива, энергии отходов и ВИЭ, доля в энергобалансе страны которых в 2030 году должна превысить 20%.

Подобный результат обусловлен не только техногенными и экономическими причинами, но и социальными особенностями Японии. С начала 1960-х годов в стране введен раздельный сбор мусора¹⁶. В отличие от европейских стран, в которых отходы сортируются по их происхождению или по материалу изготовления, в Японии отходы делятся на сжигаемые, несжигаемые, перерабатываемые и крупногабаритные. Приоритетным способом утилизации отходов является сжигание, которому, например, подвергается 37% сданной на переработку бумаги, что в других странах запрещено на законодательном уровне. Всего на мусоросжигательные заводы попадает порядка 70% вновь образованных отходов.

Первый МСЗ Японии был построен в 1924 году и занимает площадь 18 тыс. кв. метров; завод утилизирует как бытовые, так и опасные и медицинские отходы. Безопасность утилизации обеспечивается плазменной газификацией при температуре выше 1200 °С, выбросы обезвреживаются и очищаются специальными высокотехнологичными фильтрами¹⁷. Завод генерирует электроэнергию для обеспечения собственных потребностей, излишки продают энергосбытовым компаниям на рынке на сутки вперед. Всего на территории Токио в 2018 году работал 21 мусоросжигательный завод, энергия их отходов обеспечивала 20% потребностей города, в том числе городскую инфраструктуру.

Как и в Австрии, японские МСЗ активно интегрируются в городскую среду. Например, на острове Майшима мусоросжигательный завод при модернизации был отреставрирован под мультипликационный замок, вокруг высажен сад и расположен парк аттракционов. В Токио на мусоросжигательных заводах проводят экскурсии, внутри заводов находятся пункты общественного питания и лекционные помещения с видом на процесс утилизации. В ряде японских городов при заводах созданы центры реабилитации инвалидов и дома престарелых, например в Такахама и на заводе Синкогодзак.

К 2025 году в Японии планируется построить и модернизировать 55 МСЗ. Причиной такого активного развития послужила либерализация электроэнергетического рынка страны, которая, по оценкам экспертов, позволит значительно снизить срок окупаемости строительства и модернизации объектов электроэнергетики.

В Японии ранее уже были проведены реформы, аналогичные российским реформам 2000-х, по разделению вертикально интегрированных энергокомпаний по видам деятельности, был открыт свободный выбор поставщиков электроэнергии для потребителей электроэнергии высокого напряжения с пиковой мощностью свыше 50 кВт [Мочалова и др., 2017]. В 2010 году в стране была создана биржа, проводящая торги на рынке на сутки вперед и торги на заключение долгосрочных двусторонних договоров поставки электроэнергии по фиксированным тарифам. В 2016 году была проведена либерализация розничного рынка электроэнергии,

что позволило бытовым и малым коммерческим потребителям выбирать поставщиков электроэнергии. До 2020 года потребители розничного рынка платили за электроэнергию по тарифам, предлагаемым независимыми участниками рынка, но не превышающим установленный государством потолок. В конце 2020 года планируется завершение финального этапа либерализации, включающего разделение энергосбытовых и электросетевых компаний, разделение энергосбытовых компаний и генерации, с целью повышения конкурентности отрасли в целом, что позволит перейти от регулируемых тарифов на передачу, сбыт и электроэнергию к конкурентной торговле услугами и электроэнергией на розничном и оптовом рынках.

Завершение либерализации сделает возможным полноценное использование таких механизмов по возврату инвестиций в строительство электроэнергетических объектов, как продажа электроэнергии на балансирующем рынке и продажа электроэнергии на рынке на сутки вперед, позволит отойти от системы «зеленых» тарифов, являющейся косвенным видом субсидирования, что дополнит уже действующие механизмы возврата инвестиций: предоставление услуг по утилизации отходов и предоставление социальных и развлекательных услуг.

США

На конец 2017 года в США число мусоросжигательных заводов составило 71, и 17 из них были расположены в штате Флорида. Суммарная установленная мощность всех заводов равнялась 2,3 ГВт, что составляет всего 1,2% установленной мощности энергосистемы страны¹⁸.

Согласно [Muller, 2017], низкая распространенность данного вида генерации и утилизации обусловлена дороговизной тарифа на сжигание отходов, который в 1,5 раза выше тарифа на захоронение отходов на полигонах. Основными способами утилизации отходов в США являются компостирование и захоронение, с чем и связан рост вмещающей способности полигонов. Еще одной причиной низкого распространения технологии является высокая доля паргазовых установок (ПГУ) в энергобалансе страны. Доля выработки электроэнергии путем сжигания природного газа в 2018 году в США составила 45%, к 2025 году планируется рост этого показателя до 65% благодаря строительству и модернизации уже существующих ПГУ с целью отказа от угольной генерации.

На данный момент в большинстве штатов энергия ТКО приравнивается к ВИЭ, из-за чего основным механизмом возврата инвестиций в строительство мусоросжигательных заводов является механизм договоров поставки мощности (ДПМ), при котором потребители обязуются покупать у генератора мощность напрямую по установленной цене.

В штате Невада основными механизмами возврата инвестиций являются инвестиционные налоговые льготы и практика уменьшения налога на имущество для генераторов электроэнергии. Эффективность использования данного механизма пока не определена.

¹⁶ Gordenker A. Japan's incompatible power grids // Japan Times. 2011. July 19. P. 9.

¹⁷ Там же.

¹⁸ World Bank. URL: <https://www.worldbank.org/>.

В штате Миннесота, согласно [Gomberg, 2015], компания Xcel Energy является лидером США по возобновляемой энергетике, доля выработки которой в штате на 2016 год достигала 35%. Компания инвестирует в проекты по строительству МСЗ, в 2015 году их доля в энергобалансе штата составила 5%. Основным механизмом возврата инвестиций в строительство мусоросжигательных заводов в штате является продажа электроэнергии на розничном рынке электроэнергии.

В США в каждом штате действуют различные механизмы по возврату инвестиций: договоры поставки мощности, «зеленый» тариф, налоговые льготы на инвестиции и на основные средства и продажа электроэнергии на рынке на сутки вперед.

Таким образом, основными причинами строительства мусоросжигательных заводов в мире являются эффективность в утилизации отходов и относительно недорогая стоимость данного метода, декарбонизация электроэнергетической отрасли, дешевизна использования отходов относительно ископаемого топлива, а также приравнивание данной технологии к ВИЭ (табл. 3).

Выявленные механизмы возврата инвестиций можно объединить в три группы: государственное субсидирование, продажа электроэнергии на конкурентных рынках и прочие механизмы.

К государственному субсидированию относятся: «зеленый» тариф, договор предоставления мощности, инвестиционные, налоговые и кредитные льготы, продажа тепловой энергии государству. Эти механизмы используются в странах, где рынок электроэнергии и мощности не является в полной мере конкурентным, и в странах, где отсутствует развитая система утилизации и переработки и преобладает захоронение отходов.

К конкурентным механизмам возврата инвестиций относятся: продажа электроэнергии на розничных рынках, биржах, на рынке на сутки вперед, балансирующем рынке, выбор состава включенного генерирующего оборудования (ВСВГО), включение амортизации в электроэнергетические тарифы, а также продажа услуг по зарядке электромобилей и экспорт электроэнергии. Эти механизмы используются в странах с высокой конкурентностью электроэнергетической отрасли и развитой системой управления отходами.

Таблица 3
Причины и механизмы возврата инвестиций на строительство мусоросжигательных заводов мира

Страна	Причины строительства МСЗ	Механизмы возврата инвестиций
Китай	1. Необходимость сокращения объемов полигонов для захоронения 2. Необходимость сокращения использования ископаемого топлива для генерации электроэнергии	1. Налоговые льготы 2. Кредитные льготы 3. «Зеленый» тариф
Эстония	1. Высокая стоимость ископаемого топлива для производства электроэнергии	1. Продажа электроэнергии на внутреннем розничном рынке 2. Экспорт электроэнергии в Финляндию 3. Продажа тепловой энергии городским властям 4. Экспорт услуг по переработке отходов
Финляндия	1. Сокращение объемов использования угля для генерации (декарбонизация)	1. Продажа услуг по утилизации отходов 2. Продажа электроэнергии на балансирующем рынке биржи Nord Pool 3. Продажа тепловой энергии государству
Швеция	1. Низкая стоимость топлива для производства электроэнергии 2. Низкая стоимость данного вида утилизации отходов	1. Экспорт услуг по утилизации отходов 2. Продажа электроэнергии на рынке на сутки вперед и на балансирующем рынке на бирже Nord Pool внутри зон свободного перетока 3. Продажа тепловой энергии государству
Германия	1. Необходимость утилизации опасных отходов 2. Декарбонизация электроэнергетической отрасли	1. Учет амортизации в тарифах на электроэнергию 2. Предоставление услуг по утилизации отходов
Австрия	1. Декарбонизация электроэнергетической отрасли 2. Сокращение доли захоронения отходов	1. Продажа электроэнергии по свободным договорам 2. Продажа услуг по зарядке электромобилей 3. Предоставление социальных и развлекательных услуг
Япония	1. Необходимость утилизации больших объемов отходов 2. Изменение энергетического баланса страны после аварии 2011 года 3. Дороговизна импорта ископаемого топлива	1. Продажа электроэнергии на балансирующем рынке и рынке на сутки вперед 2. Предоставление услуг по утилизации 3. Предоставление социальных и развлекательных услуг
США	1. Декарбонизация электроэнергетической отрасли 2. Популярность технологии в высокотехнологичных странах	1. Договор на предоставление мощности 2. «Зеленый» тариф 3. Инвестиционные и налоговые льготы 4. Продажа электроэнергии на розничном рынке

Источник: составлено автором.

К прочим механизмам можно отнести предоставление и экспорт услуг по утилизации отходов, социальные и развлекательные услуги. Эти механизмы являются уникальными для разных стран и комбинируются с конкурентными механизмами.

Далее рассмотрим, как применяется данная технология в России, и выявим механизмы возврата инвестиций в строительство мусоросжигательных заводов.

3. ПРОЕКТЫ ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ НОВЫХ МУСОРОСЖИГАТЕЛЬНЫХ ЗАВОДОВ В РОССИИ

На данный момент в процессе проектирования и строительства в России в рамках государственного проекта «Чистая страна» находятся семь мусоросжигательных заводов: четыре в Московской области с установленной мощностью 70 МВт каждый, по одному в Казани, Сочи и Краснодаре с установленной мощностью 55 МВт каждый¹⁹.

3.1. ПРОЕКТЫ ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ НОВЫХ МУСОРОСЖИГАТЕЛЬНЫХ ЗАВОДОВ В РОССИИ

Паспорт проекта «Чистая страна»²⁰ подготовлен на основании протокола заседания Президиума Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и приоритетным проектам от 31.08.2016 № 3 и Распоряжения Минприроды России от 15.09.2016 № 22-р «Об образовании Рабочей группы по вопросам подготовки паспортов приоритетных проектов». Проект направлен на решение задач, определенных в документе «Основы государственной политики в области экологического развития Российской Федерации на период до 2030 года» (утверждены Президентом Российской Федерации 30.04.2012). Задачи направлены на предотвращение и снижение текущего негативного воздействия на окружающую среду, обеспечение экологически безопасного обращения с отходами и восстановление нарушенных естественных экологических систем.

Главным критерием отбора компании, которая осуществит строительство четырех мусоросжигательных заводов в Московской области и одного в Казани, являлась максимальная стоимость 1 кВт установленной мощности, которая составляла 380 тыс. руб. Победителем отбора стала компания «РТ-Инвест», предлагаемые затраты которой на 1 кВт мощности составили 378 700 руб.

Компания была создана государственной корпорацией «Ростех» и ООО «Царицын капитал» (доли владения компанией 25,01 и 74,99% соответственно) для строительства и управления объектами по утилизации отходов. В 2013 году «РТ-Инвест» приобрел оператора по обращению с отходами в Казани, в 2014-м заключил контракт с мэрией Москвы на вывоз отходов из Северо-Западного административного

округа на 15 лет, а в 2018-м стал оператором по обращению отходов в Московской области. На данный момент компания разрабатывает проекты по установке автоматов раздельного сбора отходов и по вторичной переработке в Республике Татарстан. Таким образом, компания «РТ-Инвест» сможет полностью обеспечить управление отходами по модели «ноль отходов», а также повысить энергетическую устойчивость Москвы, Московской области и Республики Татарстан.

В Московской области заводы будут располагаться в Богородске, Воскресенске, Наро-Фоминске и Солнечногорске, их суммарная установленная мощность составит 280 МВт, что обеспечит электроэнергией порядка 1,2 млн человек, объем переработки отходов составит 2,8 млн тонн в год. На 2018 год Москва и Московская область генерировали 12 млн тонн отходов в год, таким образом, строящиеся мусоросжигательные заводы смогут утилизировать 23,3% вновь образующихся отходов. Запуск подмосковных заводов планируется на конец 2022 года.

Строительство пяти мусоросжигательных заводов первой очереди оценивается в 127 млрд руб., где 20% финансирования составят собственные средства компании «РТ-Инвест», 80% – синдицированный кредит Внешэкономбанка и Газпромбанка.

В Республике Татарстан к 2022 году будет построен мусоросжигательный завод с установленной мощностью 55 МВт и объемом переработки отходов 550 тыс. тонн в год. Строительство завода позволит достичь модели «нулевого захоронения» в Казани и обеспечит электроэнергией 35% города. При успешном переходе к данной модели она может быть распространена на другие города страны с численностью населения более 500 000 человек.

По программе «Чистая страна» во второй очереди строительства будет возведено два мусоросжигательных завода по 55 МВт каждый – один в пригороде Сочи, второй – при комплексе по сортировке твердых бытовых отходов в Краснодаре.

Конкурс на строительство мусоросжигательных заводов в Краснодаре и Сочи еще проводится, однако на данный момент заявку подала только компания «РТ-Инвест»²¹, которая осуществляет строительство пяти заводов первой очереди.

Согласно [Попов, 2016], при решении оптимизационной задачи по выбору направления развития энергетической системы региона строительство мусоросжигательного завода с установленной мощностью в 55 МВт является приоритетным для энергобаланса Краснодарского края.

Все семь мусоросжигательных заводов будут построены по технологии и при использовании оборудования швейцарско-японской компании Hitachi Zosen INOVA. По данной технологии возведены МСЗ Германии, Швеции, Китая, Японии и Франции. Стоит отметить, что при строительстве заводов будут использоваться не только иностранные технологии. В строительстве принимает участие государственная компания «Росатом», по заказу которой компания «ЗиО-Подольск» произведет четырнадцать котлов для сжигания отходов с предельной температурой в 1260°C, что позво-

¹⁹ Информация о проведении конкурсного отбора на строительство МСЗ. URL: <http://www.atsenergo.ru/tbo/otborinfo>.

²⁰ Паспорт проекта «Чистая страна». 2016. URL: <http://static.government.ru/media/files/B3JtWzMSWVAHKTD6plVchwnOLWEYmF9f.pdf>.

²¹ URL: <http://rt-invest.com/>.

лит безопасно утилизировать биологические и медицинские отходы. Турбины для термической переработки отходов будут произведены на Уральском турбинном заводе по собственному патенту. Эти турбины позволят генерировать 690 кВт электроэнергии на одну тонну отходов. Данные разработки могут быть использованы также и на объектах традиционной энергетики. Таким образом, доля российского оборудования на новых заводах составит 60%.

Всего к 2030 году, согласно проекту «Чистая страна», планируется возвести тридцать мусоросжигательных заводов, строительство планируется в городах с численностью населения более 500 000 человек с целью обеспечения городов дополнительными электроэнергетическими мощностями и сокращения объемов отходов, захороняемых на полигонах, в рамках концепции «ноль отходов». Суммарная планируемая установленная мощность заводов составит 1,8 ГВт, планируемая мощность переработки отходов – 18 млн тонн в год, что составит 20% всего объема вновь образующихся отходов, еще 40% отходов будет подвергаться вторичной переработке. Таким образом, доля отходов, захороняемых на полигонах, сократится с 97 до 40%, что является целевым показателем программы.

3.2. РОССИЙСКАЯ ПРАКТИКА ПО ПРИРАВНИВАНИЮ МУСОРОСЖИГАТЕЛЬНЫХ ЗАВОДОВ К ВИЭ

Мусоросжигательные заводы, построенные по программе «Чистая страна», будут приравнены к объектам «зеленой энергетики» в России и к возобновляемым источникам энергии.

Согласно исследованиям «Гринпис Россия», строительство пяти новых мусоросжигательных заводов сократит объем вредных выбросов в атмосферу по сравнению с выбросами от пожаров, происходящих на полигонах по захоронению отходов, в 8000 раз. Исследования с аналогичными выводами проводили британские ученые: деятельность МСЗ не способствует повышению концентрации тяжелых металлов в атмосфере. Складирование и захоронение отходов на полигонах также загрязняют окружающие земли и грунтовые воды токсичными веществами, а гниение отходов вызывает интоксикацию воздуха, что негативно сказывается на эпидемиологической обстановке близлежащих населенных пунктов.

В декабре 2019 года Государственная Дума РФ в третьем чтении приняла закон, приравнивающий мусоросжигание, при котором отходы используются в качестве возобновляемого источника энергии, к переработке, поэтому генерация электроэнергии путем сжигания отходов может быть приравнена к ВИЭ не только технологически, но и законодательно.

Таким образом, мусоросжигательные заводы могут быть приравнены к распределенной генерации, а это значит, что они смогут принять участие в механизме управления спросом на электроэнергию.

3.3. СОЦИАЛЬНЫЕ ПРОТИВОРЕЧИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА МУСОРОСЖИГАТЕЛЬНЫХ ЗАВОДОВ В РОССИИ

Одной из самых серьезных сложностей в реализации проекта по строительству семи новых мусоросжигательных заводов в России является неосведомленность населения о безопасности и экологичности используемых технологий.

Ученые РАН опасаются, что утилизация отходов на МСЗ путем сжигания на колосниковой решетке без предварительной сортировки с последующей очисткой выбросов может привести к росту объемов опасных выбросов. Однако 27 декабря 2019 года были приняты поправки в Федеральный закон «Об охране окружающей среды»²², запрещающие сжигать отходы, не прошедшие процедуру переработки, в том числе сортировки. Данный закон вводит обязательную экологическую экспертизу мусоросжигательных мощностей. Эти меры позволят максимально сократить вредное воздействие мусоросжигательных заводов на окружающую среду и снизить количество дискуссий на тему утилизации отходов путем сжигания.

Здесь стоит отметить, что компания «РТ-Инвест» осуществляет не только строительство МСЗ, но и организует мероприятия по отдельному сбору отходов, занимается строительством и эксплуатацией специальных комплексов по сортировке и вторичной переработке отходов.

На территориях присутствия компании «РТ-Инвест»: в Москве и Московской области, Республике Татарстан и Краснодарском крае – с 1 января 2020 года введен обязательный отдельный сбор отходов; таким образом, в регионах строительства МСЗ приоритетной будет первичная переработка отходов, затем сжигание не пригодных для переработки отходов и только потом – захоронение на полигонах.

На мусоросжигательных заводах, производящих электроэнергию и тепловую энергию, будут утилизироваться только отходы, которые не могут быть переработаны (около 50% общего объема), что обеспечит безопасность выбросов в атмосферу и эффективное использование ресурсов. Подобный подход замыкает цикл обращения отходов по модели Zero waste²³. В этой связи социальные недовольства строительством мусоросжигательных заводов недостаточно обоснованы и не могут повлиять на принятие решения о строительстве.

Таким образом, к 2030 году, согласно проекту «Чистая страна», планируется возвести тридцать мусоросжигательных заводов в городах с численностью населения более 500 000 с целью обеспечения городов дополнительными электроэнергетическими мощностями и сокращения объемов отходов в рамках концепции «ноль отходов». Мусоросжигательные заводы могут быть приравнены к распределенной генерации, а это значит, что они смогут принять участие в механизме управления спросом на электроэнергию. Социальные недовольства строительством мусоросжигательных заводов недостаточно обоснованы и не могут повлиять на принятие решения о строительстве.

При выполнении программы проекта «Чистая страна» к 2030 году может быть покрыта вся выявленная потребность Российской Федерации в строительстве и модернизации мусоросжигательных заводов.

²² Федеральный закон от 10.12.2019 № 374-ФЗ «Об охране окружающей среды» (с изменениями и дополнениями). URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823/.

²³ Отходы – в энергию // Энергия из отходов. URL: <https://w2e.ru/process/>.

4. МЕТОДОЛОГИЯ АНАЛИЗА МЕХАНИЗМОВ ВОЗВРАТА ИНВЕСТИЦИЙ

4.1. ДОГОВОРЫ О ПРЕДОСТАВЛЕНИИ МОЩНОСТИ

Согласно проекту «Чистая страна», а также обновленному законодательству Российской Федерации, мусоросжигательные заводы будут приравнены к ВИЭ. Это означает, что основным механизмом возврата инвестиций на строительство семи новых МСЗ будет являться ДПМ. Это механизм оплаты мощности, созданный для привлечения инвестиций в электроэнергетическую отрасль для строительства новых объектов генерации; мощность по данному договору оплачивается по специально установленному повышенному тарифу, широко известному как «зеленый» тариф, или платежи по ДПМ.

Семь новых мусоросжигательных заводов предполагается построить в рамках проекта ДПМ-2, контракты будут заключены на шестнадцать лет, пятнадцать из которых компании будут продавать мощность с гарантированной ставкой доходности, которая на текущий момент составляет 12% и имеет привязку к доходности облигаций федерального займа (ОФЗ) в 7,5%. Платеж по ДПМ пересчитывается ежегодно. Таким образом, при росте доходности 10-летних ОФЗ тарифы по ДПМ будут пересматриваться в сторону роста и наоборот, что позволит сгладить экономические риски как для инвесторов, так и для покупателей мощностей²⁴. Платеж по ДПМ будет разделен на равные части между покупателями первой ценовой зоны и региона строительства объекта генерации.

Цена мощности по ДПМ состоит из:

- возврата на инвестиционный капитал

$$VK_i = \frac{РИК_0 \times (i - i_0)}{СВК \times (1 - ИИК_0)} + ВИ_i, \quad (1)$$

где РИК – размер инвестированного капитала в долгосрочном периоде; i – год расчета цены; СВК – срок возврата инвестированного капитала (15 лет для ДПМ-2); ИИК – физический износ инвестированного капитала; ВИ – возврат инвестиций, накопленный с начала долгосрочного периода;

- доходности на инвестиционный капитал

$$НД_i = (1 + НД_0) * \frac{1 + ДГО_i}{1 + ДГО_0} - 1, \quad (2)$$

где базовая доходность составляет 12%; ДГО – ставка по долгосрочным государственным облигациям, базовая ДГО = 7,5%;

- эксплуатационных затрат (150 руб. на тонну ТБО);
- налога на прибыль.

Согласно расчетам, цена мощности для каждого из заводов по ДПМ составит 5,6 млн руб. за 1 МВт в месяц, что

в три раза выше стоимости 1 МВт мощностей, проходящих по конкурентному отбору мощности (КОМ), что приведет к росту стоимости электроэнергии для потребителей оптового рынка электроэнергии. В Москве и Московской области рост для коммерческих потребителей составит 5%, в Республике Татарстан – 3%, в остальных регионах первой ценовой зоны рост составит менее 1%.

Нужно отметить, что отличительной чертой ДПМ является приоритетность²⁵ на оптовом рынке и обязательность для заключения для всех покупателей оптового рынка, то есть мощность, торгуемая по ДПМ, выкупается в первую очередь, только затем предъявляются мощности в рамках КОМ. Данная особенность позволяет объектам ДПМ вернуть капитальные затраты в установленные сроки.

Согласно анализу «Совета рынка»²⁶, использование ДПМ в качестве механизма возврата инвестиций в строительство мусоросжигательных заводов в Московской области приведет к росту стоимости проездного билета в метро на 1,02 руб. (Московский метрополитен является одним из самых крупных потребителей электроэнергии в Москве, это создаст большую нагрузку на бытовых потребителей).

При использовании механизма ДПМ участники оптового рынка напрямую оплачивают повышенную стоимость мощности, затем повышая ее стоимость для энергосбытовых компаний. Однако из-за механизма перекрестного субсидирования – льготного тарифа на электроэнергию для бытовых потребителей – повышенная стоимость мощности не скажется напрямую на бытовых потребителях, но рост затрат на электроэнергию для коммерческих потребителей будет косвенно передаваться через продажу товаров и услуг населению. Таким образом, бремя введения «зеленого» тарифа полностью ляжет на бытовых потребителей.

Возврат инвестиций за счет ДПМ критикуется президентом Российского союза промышленников и предпринимателей А. Шохиним: по его мнению, может появиться дополнительная финансовая нагрузка на промышленные предприятия в счет «субсидирования утилизации отходов». Однако Шохин не рассматривает возможность комбинирования таких механизмов возврата инвестиций, как продажа электроэнергии в рамках ВСВГО и продажа услуг по утилизации отходов. При этом сегодня промышленные предприятия самостоятельно осуществляют утилизацию отходов, издержки на которую, ввиду отсутствия отдачи от масштаба, гораздо выше, чем возможные тарифы на утилизацию отходов на мусоросжигательных заводах.

Таким образом, можно сделать вывод о нецелесообразности использования договоров о предоставлении мощности в качестве единственного механизма возврата инвестиций в строительство мусоросжигательных заводов ввиду большой итоговой нагрузки на бытовых потребителей и полного субсидирования рынка утилизации отходов за счет оптового рынка электроэнергии и мощности.

Далее будут рассмотрены альтернативные механизмы возврата инвестиций в строительство МСЗ.

²⁴ Системный оператор. URL: <https://so-ups.ru/>.

²⁵ Постановление Правительства РФ от 27.12.2010 № 1172 (ред. от 13.05.2020). URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_112537/

²⁶ Имеется в виду ассоциация «НП “Совет рынка”». URL: <https://www.np-sr.ru/>.

4.2 СВОБОДНЫЙ ДВУСТОРОННИЙ ДОГОВОР

Данный механизм используется для возврата инвестиций в уже построенные мусоросжигательные заводы России. Аналог свободных двусторонних договоров используется в Финляндии и Эстонии для продажи тепловой энергии, произведенной на мусоросжигательных заводах, в Швеции подобный механизм используется для продажи электроэнергии отходов в городские бытовые компании.

Свободный двусторонний договор купли-продажи электрической энергии – соглашение, при котором поставщик обязуется предоставить покупателю электрическую энергию, а покупатель обязуется оплатить и принять электроэнергию по условиям договора. СДД заключается на определенный срок. Договор содержит ряд обязательных параметров:

- суммарный объем поставки, МВт*ч;
- цену электроэнергии, руб./МВт*ч;
- даты начала и окончания периода действия договора;
- число и длительность временных интервалов внутри периода действия;
- минимальное и максимальное количество электроэнергии на временной интервал.

В рамках оптового рынка электроэнергии данный договор призван обеспечить стабильность и долгосрочные гарантии в получении определенных объемов электроэнергии по установленным тарифам. Для генератора данный инструмент позволяет обеспечить и планировать загрузку генерирующего оборудования.

Для определения оптимальных параметров договора необходимо провести расчеты по принципу нулевой прибыли в зависимости стоимости договора от объемов ($P(V)$), а именно: цена свободного договора должна быть такой, чтобы продажа энергии на рынке на сутки вперед и перепродажа электроэнергии конечным потребителям приносила обеим сторонам договора нулевую прибыль.

В случае с заключением свободных договоров на поставку электроэнергии с мусоросжигательного завода покупатель определяет объем покупаемой электроэнергии ввиду низкой конкурентности данного вида генерации (по причине высокой стоимости производства электроэнергии из-за высоких капитальных затрат на строительство). Таким образом, параметры заключения договора находятся путем решения задачи максимизации ожидаемой прибыли контрагента:

$$\max_{x_s^t, x_{ss}^t, x_d^t} (E[\sum_{t=1}^N (p_d^t x_d^t - \bar{p}_s^t x_s^t + \bar{p}_s^t x_{ss}^t) - P]), \quad (3)$$

где \bar{p}_s^t – цена электроэнергии на рынке на сутки вперед (РСВ), случайная величина, руб./МВт*ч;

x_s^t – объем электроэнергии, купленной на РСВ в интервале t и проданной конечным потребителям, МВт*ч;

x_{ss}^t – количество энергии, купленной по свободному договору и проданной на РСВ, МВт*ч;

x_d^t – объем потребления электроэнергии конечными потребителями, МВт*ч;

p_d^t – стоимость продажи электроэнергии конечным потребителям, руб./МВт*ч;

x_k^t – объем электроэнергии, купленной по СДД и проданной конечным потребителям, МВт*ч.

Обозначим ограничения для функции максимизации:

- суммарный объем договора составит:

$$V = \sum_{t=1}^N (x_k^t + x_{ss}^t); \quad (4)$$

- суммарный объем продажи: $x_d^t = x_k^t + x_s^t$; (5)

- неотрицательность переменных и ограничения рынка на сутки вперед.

При решении данной задачи оптимизации определяется максимальная стоимость договора, при которой компания находится в точке безубыточности, и от этого значения определяются остальные параметры договора.

Такой механизм возврата инвестиций уже функционирует для ныне действующих мусоросжигательных заводов России, ставки составляют от 0,6 до 2 руб./кВт*ч.

При условии непрерывной работы мусоросжигательных заводов при коэффициенте использования установленной мощности в размере 85% стоимость 1 кВт/ч составит 3,44 руб., а 1 МВт энергии в месяц – 2,48 млн руб., что практически в два раза ниже, чем его стоимость по ДПМ. При условии того, что доля генерации в конечном тарифе для потребителей составляет 51%, в среднем и при прочих равных при принятии срока окупаемости в 15 лет одноставочный тариф для бытовых потребителей Москвы, использующих энергию отходов, составил бы 6,73 руб./кВт*ч, что выше текущего тарифа на 20%. При увеличении срока окупаемости стоимость 1 кВт*ч может сократиться.

Таким образом, можно сделать вывод, что применение свободных двусторонних договоров в качестве механизма возврата инвестиций в строительство мусоросжигательных заводов является более эффективным и менее дорогим, чем механизм ДПМ, однако механизм СДД сложно рассматривать как самостоятельный инструмент; кроме того, данный механизм в случае с МСЗ является монополией, что противоречит цели популяризации этого вида генерации.

4.3. ГОСУДАРСТВЕННЫЕ СУБСИДИИ

Предоставление государственных субсидий для строительства новых объектов генерации, в частности для строительства мусоросжигательных заводов, используется в таких странах, как США и Китай. Основными инструментами государственного субсидирования электроэнергетической отрасли являются: налоговые льготы на прибыль для компаний, инвестирующих в отрасль, предоставление льготных условий получения кредитов у национального банка, инвестиционные льготы, а также освобождение от налогов на имущество.

Прямое субсидирование строительства объектов электроэнергетической генерации свойственно странам с низкой конкуренцией электроэнергетических рынков. Прямое субсидирование использовалось в Японии до проведения либерализации электроэнергетической отрасли, на данный момент страна перешла на иные механизмы возврата инвестиций в строительство объектов генерации, а именно на торговлю электроэнергией на оптовом рынке.

Использование государственных субсидий как механизма возврата инвестиций на строительство семи новых мусоросжигательных заводов в России не может быть применено по двум причинам.

1. Мусоросжигательный завод в первую очередь является генератором электроэнергии, то есть продукция завода – конкурентный товар, обращающийся на рынке, поэтому применимы только механизмы рынков электроэнергии и мощности, которые исключают субсидирование.
2. Субсидирование объектов электрической генерации, осуществляющих также услуги по утилизации отходов, запускает механизм перекрестного субсидирования сферы обращения с отходами за счет электроэнергетической отрасли страны. Подобная мера вызывает замедление темпов роста и развития обеих отраслей, а это противоречит программе «Чистая страна», инициативой которой стало строительство мусоросжигательных заводов.

Таким образом, можно сделать вывод о неприменимости инструмента государственного субсидирования в целях обеспечения возврата инвестиций в строительство мусоросжигательных заводов.

5. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

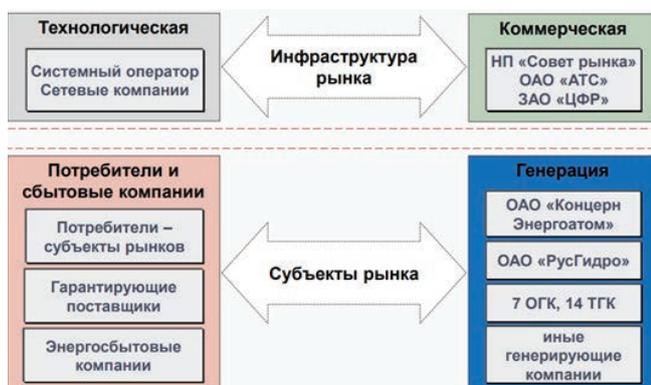
5.1. ОПТОВЫЙ РЫНОК ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Согласно проведенному анализу, продажа электроэнергии на оптовом рынке является основным механизмом возврата инвестиций в строительство мусоросжигательных заводов в странах с конкурентным рынком электроэнергии, таких, как Германия, Австрия, Эстония и Япония.

На сегодня в России действует двухуровневый рынок электроэнергии и мощности – оптовый и розничный. Состав участников и инфраструктуру оптового рынка электроэнергии и мощности можно увидеть на рис. 7.

Оптовый рынок действует отдельно в ценовых зонах, которые состоят из объединенных регионов. Первая ценовая зона включает Центральный, Южный, Северо-Западный, Приволжский, Северо-Кавказский и Уральский федеральные округа, вторая ценовая зона – Сибирский федеральный округ. Остальные регионы по технологическим причинам находятся в неценовых зонах.

Рис. 7. Субъекты и состав оптового рынка электроэнергии



Товарами оптового рынка электроэнергии и мощности являются электроэнергия и мощность. Мощность – специальный товар, предоставляющий покупателю право требовать от продавца обеспечения готовности генерирующего оборудования для выработки электроэнергии. Принципы функционирования оптового рынка определяются Правилами оптового рынка электрической энергии и мощности, утвержденными Постановлением Правительства Российской Федерации от 27.12.2010 № 1172.

Электричество в рамках оптового рынка электроэнергии может торговаться в рамках регулируемых договоров и по нерегулируемым ценам. Механизм возврата инвестиций путем заключения регулируемых договоров был рассмотрен в разделе «Свободный двусторонний договор». Электричество, которая не попадает под рамки по регулируемым договорам, торгуется по нерегулируемым ценам в рамках рынка на сутки вперед и балансирующего рынка. Чтобы иметь возможность продажи электроэнергии в рамках рынка на сутки вперед и балансирующего рынка, нужно соответствовать критериям отбора на оптовом рынке электроэнергии, а также пройти процедуру выбора состава включенного генерирующего оборудования.

5.2. ВЫБОР СОСТАВА ВКЛЮЧЕННОГО ГЕНЕРИРУЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ

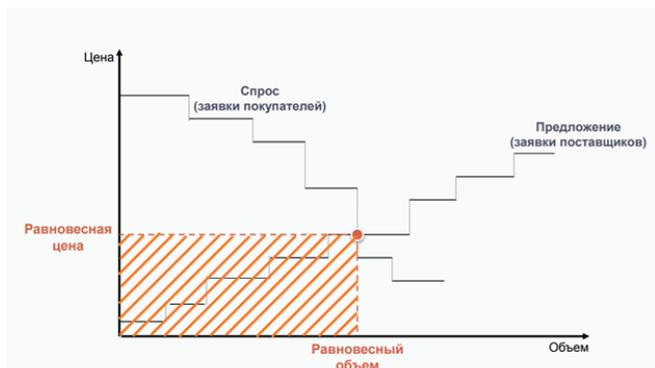
Расчет ВСВГО ежедневно осуществляется системным оператором энергосистемы на трое суток, расчет осуществляется за двое суток до начала. Генератор может находиться в составе включенного генерирующего оборудования по собственной инициативе в рамках собственного вынужденного режима по технологическим или экономическим причинам или будучи неоптимизированной единицей генерирующего оборудования. Также генератор может быть включен по внешним независимым от него причинам, а именно будучи режимным генератором (например, АЭС) или будучи включенным по оптимизации, то есть быть отобранным по совокупности ценовых и технологических характеристик.

Так как мусоросжигательные заводы приравнены к возобновляемым источникам энергии, они могут быть включены в состав включенного генерирующего оборудования по собственной инициативе, если они соответствуют критериям отбора на оптовый рынок электроэнергии.

Мусоросжигательные заводы, которые будут построены в рамках проекта «Чистая страна», соответствуют требованиям, то есть будут владеть на законном основании генерирующим оборудованием, установленная мощность которого в каждой группе точек поставки превышает 5 МВт, установленная мощность заводов составит 70 МВт и 55 МВт, также будут проведены необходимые мероприятия технического характера.

Ввиду специфики технических характеристик мусоросжигательных заводов по непрерывности производственного цикла данный вид генерации может быть включен как режимный объект генерации электроэнергии наравне с АЭС и ГЭС. Стоимость 1 МВт в месяц для данного генератора составит 2,48 млн руб. при сроке окупаемости пятнадцать лет, что ниже стоимости 1 МВт новых мощностей объектов атомных стан-

Рис. 8. Рынок на сутки вперед



Источник: составлено автором.

ций на 30%. Таким образом, включение мусоросжигательных заводов в состав режимных объектов генерации электроэнергии может служить механизмом возврата инвестиций в их строительство при отсутствии увеличения их срока окупаемости. Нужно отметить, что в зависимости от итогового тарифа срок возврата инвестиций может сократиться.

5.3. РЫНОК НА СУТКИ ВПЕРЕД

В рамках рынка на сутки вперед администратор торговой системы проводит конкурентный отбор ценовых заявок среди состава включенного генерирующего оборудования и покупателей за сутки до начала поставок.

По итогам проведения торгов определяются:

- плановое почасовое потребление;
- плановое почасовое производство;
- равновесные цены на электроэнергию.

На рис. 8 представлена схема ценообразования на рынке на сутки вперед. Цена для всех генераторов будет установлена на уровне равновесной, генераторы, предложившие цены выше, в состав оптового рынка на следующие сутки включены не будут.

Одним из основных рисков рынка на сутки вперед является возможное появление монополий и монополий внутри отдельных регионов.

Ввиду капиталоемкости строительства новых мусоросжигательных заводов и наличия менее дорогой генерации в рамках первой ценовой зоны участие МСЗ в конкурсе ценовых заявок нецелесообразно. Таким образом, можно сделать вывод о неприменимости инструмента рынка на сутки вперед как механизма возврата инвестиций в строительство мусоросжигательных заводов.

5.4. БАЛАНСИРУЮЩИЙ РЫНОК

Еще одним механизмом возврата инвестиций в строительство новых генераторов электричества в странах с конкурентным рынком электроэнергии является участие нового генератора на балансирующем, или внутрисуточном, рынке электроэнергии (рис. 9).

Балансирующий рынок в России – рынок отклонений, возникающих при фактическом производстве и потреблении электроэнергии, от рынка на сутки вперед. В режиме

реального времени на три часа вперед системный оператор производит конкурентный отбор заявок. Ценообразование осуществляется с учетом потерь и системных ограничений.

Цена на балансирующем рынке определяется в зависимости от требуемых объемов дополнительной покупки, устанавливается на новом равновесном значении и меняется каждый час в зависимости от заявленных отклонений от рынка на сутки вперед и от состава включенного на данный час оборудования.

Цена покупки электроэнергии на балансирующем рынке может возрастать относительно цены рынка на сутки вперед, однако стоимость генерации электроэнергии на мусоросжигательных заводах при сроке окупаемости в пятнадцать лет довольно высока для получения сделок на балансирующем рынке на постоянной основе. Таким образом, участие генерации электроэнергии МСЗ на балансирующем рынке электроэнергии не может являться самостоятельным механизмом возврата инвестиций в строительство.

5.5. ПРЕДОСТАВЛЕНИЕ УСЛУГ ПО ЗАРЯДКЕ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ

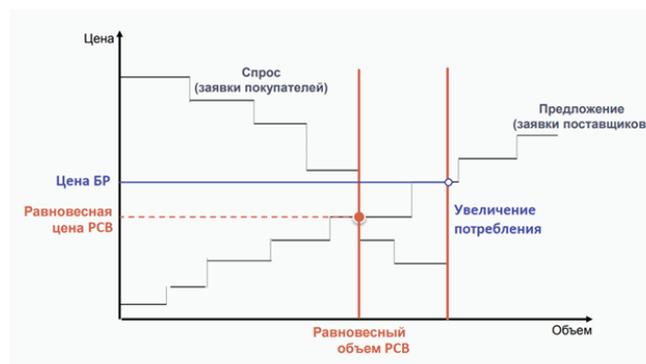
Еще одним механизмом возврата инвестиций в строительство мусоросжигательных заводов является продажа услуг по зарядке электромобилей (данный механизм используется в таких странах, как Австрия и Япония).

Применить данный механизм по отношению к мусоросжигательным заводам, которые будут построены в Московской области, Республике Татарстан и Краснодарском крае, не представляется возможным не только из-за слабого развития электрического транспорта в России, но и ввиду расположения данных заводов, а именно вдали от населенных пунктов и крупных городов. Поэтому применить механизм возврата инвестиций для строительства семи мусоросжигательных заводов путем продажи услуг по зарядке электромобилей не представляется возможным.

5.6. ОПЛАТА УСЛУГ ПО УТИЛИЗАЦИИ

С 1 января 2019 года, согласно Федеральному закону № 89, вывоз и утилизация отходов были приравнены к коммунальным услугам, назначены тарифы за обращение с

Рис. 9. Балансирующий рынок



Источник: составлено автором.

отходами как для населения, так и для юридических лиц; тариф рассчитывается исходя из площади помещений и индексируется в январе и в июле.

Величина тарифа зависит от различных факторов: плотности населения, площади региона, наличия и величины полигонов по захоронению, заводов по переработке и сжиганию отходов. В каждом регионе были определены операторы по управлению отходами. На сегодня стоимость услуг по обращению с отходами в Москве составляет 5,23 руб. на квадратный метр площади.

Далее был изменен механизм ответственности производителей, который подразумевает включение в экологический сбор стоимости услуг по обращению с отходами.

В декабре 2019 года Госдума в третьем чтении приняла закон, приравнивающий мусоросжигание к переработке, следовательно, плата за деятельность мусоросжигательных заводов будет учтена в тарифах на вывоз и утилизацию отходов. Это позволит сократить перекрестное субсидирование электроэнергетической отраслью утилизации отходов и при этом снизит прямую нагрузку на бытовых потребителей путем переноса стоимости объектов в экологические сборы для промышленных предприятий.

Предоставление услуг утилизации отходов является одним из основных механизмов по возврату инвестиций в строительство мусоросжигательных заводов в Германии, Австрии, Швеции, Японии и Эстонии. Эти страны используют комбинацию установления тарифов на утилизацию отходов с продажей электроэнергии на местном оптовом рынке.

5.7. РЕКОМЕНДАЦИИ

Комбинирование тарифов на утилизацию отходов с продажей электроэнергии на оптовом рынке может быть использовано в России для возврата инвестиций в строительство семи новых мусоросжигательных заводов. При установлении тарифов на обращение с ТБО и включении стоимости данных услуг в экологический сбор для промышленных предприятий цена генерации электроэнергии на МСЗ может сократиться ввиду разделения инвестиционного бремени между товарами и услугами смежных отраслей. В тарифе по утилизации отходов будут учитываться затраты на строительство и поддержание фильтров и затраты на установление и обслуживание котлов, в расчет себестоимости электроэнергии будут включаться амортизация и обслуживание турбин. При сокращении данной цены мусоросжигательные заводы будут более конкурентными объектами генерации и смогут стать полноценными участниками рынка на сутки вперед и балансирующего рынка.

6. ВЫВОДЫ И ДАЛЬНЕЙШИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

В настоящей статье был рассмотрен действующий способ возврата инвестиций в строительство новых мусоросжигательных заводов в России, проанализированы его основные недостатки. Были выявлены альтернативные механизмы

возврата инвестиций, которые применяются в мировой практике строительства МСЗ и используются действующими заводами в РФ.

Была рассчитана эффективность использования механизма свободных двусторонних договоров и механизма включения мусоросжигательных заводов в состав режимных объектов оптового рынка электроэнергии и мощности.

Был проведен качественный анализ возможности использования механизмов государственного субсидирования, участия на балансирующем рынке и рынке на сутки вперед, а также продажи услуг по зарядке электромобилей и совмещения предоставления услуг по утилизации и продаже электроэнергии.

По итогам анализа наиболее эффективными механизмами оказались:

- механизм свободных двусторонних договоров;
- механизм включения в состав режимных объектов рынка электроэнергии и мощности;
- комбинирование продажи услуг по утилизации с участием на рынке на сутки вперед и на балансирующем рынке электроэнергии.

В ходе анализа преимуществ и недостатков эффективных механизмов возврата инвестиций в строительство мусоросжигательных заводов приоритетным был выбран механизм комбинирования продажи услуг по утилизации и продажи электроэнергии на балансирующем рынке и рынке на сутки вперед. Основными преимуществами данного механизма являются сокращение инвестиционного бремени бытовых потребителей и отсутствие перекрестного субсидирования отрасли по управлению отходами электроэнергетической отрасли.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агапова К. (2013). Сертификация зданий по стандартам LEED и BREEAM в России // Здания высоких технологий. URL: <http://zvtabok.ru/articles/79>.
2. Владимиров Я. (2017). Перспективы энергетического использования твердых коммунальных отходов в крупных городах // Вестник Казанского государственного энергетического университета. № 4(36).
3. Ермолаева Ю. (2019). Zero-Waste мегаполисы в России: реализация эффективной схемы управления отходами в России по данным экспертного опроса на примере Москвы и Казани // Научный результат. Социология и управление. Т. 5. № 1. С. 96–108.
4. Кривулькин Д. (2017). Международный опыт утилизации ТБО и возможности его применения в России // Международный журнал прикладных наук и технологий Integral. № 3(47). С. 97–101.
5. Латыпова М. (2018). Анализ развития системы обращения с твердыми коммунальными отходами в России: проблемы и перспективы с учетом европейского опыта // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. Т. 14. № 4. С. 741–758.
6. Мочалова Л.А., Гриненко Д.А., Юрак В.В. (2017). Система обращения с твердыми коммунальными отхо-

- дами: зарубежный и отечественный опыт // Известия Уральского государственного горного университета. № 3(47). С. 97–101.
7. Оболенский Е. (2019). Экономика мусорной катастрофы России // Энергетика и рациональное природопользование. № 1. С. 40–48.
 8. Паламарчук С. (2008). Методика планирования свободных двусторонних договоров на конкурентном оптовом рынке электроэнергии // Проблемы энергетики. № 7–8. С. 101–113.
 9. Попов Д. (2016). Комплекс мер по повышению эффективности обращения с ТБО на примере г. Краснодара // Вестник науки и творчества. № 8(8). С. 221–226.
 10. Путинцева Н. (2018). Обзор мер по организации управления отходами в России как фактора повышения ее энергоэффективности // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. № 4(112). С. 68–74.
 11. Ратнер С. (2018). Оптимизация региональной энергетической системы с высоким потенциалом использования биоотходов и биоресурсов как источников энергии по эколого-экономическим параметрам (на примере Краснодарского края) // Региональная экономика: теория и практика. Т. 18. Вып. 12. С. 2383–2398.
 12. Сеферян Л. (2017). Анализ отходов перерабатывающих заводов в Европе // Инженерный вестник Дона. № 2. С. 42–49.
 13. Чернышов В. (2016). Обращения с твердыми бытовыми отходами в Швеции // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. Т. 1. С. 51–54.
 14. Шингаркина В.С. (2015). Основные организационно-экономические проблемы утилизации твердых коммунальных отходов // Вестник Института экономики РАН. № 6. С. 184–193.
 15. Alexander C. (2016). When waste disappears, or More waste please! // RCC Perspectives: Transformations in Environment and Society. No. 1. P. 31–40.
 16. Bondes M. (2019). Chinese environmental contention: Linking up against waste incineration. Amsterdam University Press. P. 53–86.
 17. Dzebo A., Nykvist B. (2017). Swedish heat energy system – new tensions and lock-ins after a successful transition // Stockholm Environment Institute. No. 1. P. 1–4.
 18. Gomberg S., Sattler S. (2015). Advancing Minnesota's clean energy economy: Building on a history of leadership and success // Union of Concerned Scientists. No. 1. P. 1–12.
 19. Gutberlet J. (2016). Ways out of the waste dilemma: Transforming communities in the global south // RCC Perspectives: Transformations in Environment and Society. No. 3. P. 55–68.
 20. Landsberger S. (2019). Beijing garbage: A city besieged by waste. Amsterdam University Press. P. 159–176.
 21. Muller N.Z., Mendelsohn R., Nordhaus W. (2011). Environmental accounting for pollution in the United States economy // American Economic Review. Vol. 101(5). P. 1649–1675.
 22. Sigman H. (2011). Management of hazardous waste and contaminated land // The Annual Review of Resource Economics. Vol. 3(1). P. 255–275.

23. Silvestri F. (2015). Municipal waste selection and disposal: Evidences from Lombardy // Fondazione Eni Enrico Mattei (FEEM). No. 1.
24. Viscusi W.K., Huber J., Bell J. (2011). Promoting recycling: private values, social norms, and economic incentives // American Economic Review. Vol. 101(3). P. 65–70.
25. Viscusi W.K., Huber J., Bell J., Cecot C. (2013). Discontinuous behavioral responses to recycling laws and plastic water bottle deposits // American Law and Economics Review. Vol. 15(1). P. 110–155.

REFERENCES

1. Agapova K. (2013). Sertifikatsiya zdaniy po standartam LEED i BREEAM v Rossii [Certification of buildings according to LEED and BREEAM standards in Russia]. *Zdaniya vysokikh tekhnologiy [High-Tech Buildings]*. URL: <http://zv.t.abok.ru/articles/79>.
2. Vladimirov Y. (2017). Perspektivy energeticheskogo ispol'zovaniya tverdykh kommunal'nykh otkhodov v krupnykh gorodakh [Prospects for the energy use of municipal solid waste in large cities]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo energeticheskogo universiteta [Bulletin of Kazan State Energy University]*, 4(36).
3. Ermolaeva Yu. (2019). Zero-Waste megapolisy v Rossii: realizatsiya effektivnoy skhemy upravleniya otkhodami v Rossii po dannym ekspertnogo oprosa na primere Moskvy i Kazani [Zero-Waste megacities in Russia: implementing an effective waste management scheme in Russia according to an expert survey based on the example of Moscow and Kazan]. *Nauchnyy rezul'tat. Sotsiologiya i upravlenie [Scientific Result. Sociology and Management]*, 5(1), 96–108.
4. Krivulkin D. (2017). Mezhdunarodnyy opyt utilizatsii TBO i vozmozhnosti ego primeneniya v Rossii [International experience in the disposal of solid waste and the possibility of its use in Russia]. *Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh nauk i tekhnologiy Integral [International Journal of Applied Sciences and Technologies Integral]*, 3(47), 97–101.
5. Latypova M. (2018). Analiz razvitiya sistemy obrashcheniya s tverdymi kommunal'nymi otkhodami v Rossii: problemy i perspektivy s uchetom evropeyskogo opyta [Analysis of the development of the municipal solid waste management system in Russia: problems and prospects taking into account European experience]. *Natsional'nye interesy: priority i bezopasnost' [National Interests: Priorities and Safety]*, 14(4), 741–758.
6. Mochalova L.A., Grinenko D.A., Yurak V.V. (2017). Sistema obrashcheniya s tverdymi kommunal'nymi otkhodami: zarubezhnyy i otechestvennyy opyt [Solid municipal waste management system: foreign and domestic experience]. *Izvestiya Ural'skogo gosudarstvennogo gornogo universiteta [Bulletin of the Ural State Mining University]*, 3(47), 97–101.
7. Obolensky E. (2019). Ekonomika musornoy katastrofy Rossii [The economics of Russia's garbage disaster]. *Energetika i ratsional'noe prirodopol'zovanie [Energy and Environmental Management]*, 1, 40–48.
8. Palamarchuk S. (2008). Metodika planirovaniya svobodnykh dvustoronnikh dogovorov na konkurentnom optovom rynke

- elektroenergii [Methodology for planning free bilateral contracts in the competitive wholesale electricity market. *Problemy energetiki [Problems of Energy]*, 7-8, 101-113.
9. Popov D. (2016). Kompleks mer po povysheniyu effektivnosti obrashcheniya s TBO na primere g. Krasnodara [A set of measures to improve the efficiency of handling solid waste by the example of the city of Krasnodar]. *Vestnik nauki i tvorchestva [Bulletin of Science and Creativity]*, 8(8), 221-226.
 10. Putintseva N. (2018). Obzor mer po organizatsii upravleniya otkhodami v Rossii kak faktora povysheniya ee energoeffektivnosti [Review of measures for the organization of waste management in Russia as a factor in increasing its energy efficiency]. *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta [Bulletin of St. Petersburg State University of Economics]*, 4(112), 68-74.
 11. Ratner S. (2018). Optimizatsiya regional'noy energeticheskoy sistemy s vysokim potentsialom ispol'zovaniya biootkhodov i bioresursov kak istochnikov energii po ekologo-ekonomicheskim parametram (na primere Krasnodarskogo kraya) [Optimization of a regional energy system with a high potential for the use of biowaste and bioresources as energy sources according to environmental and economic parameters (for example, the Krasnodar Territory)]. *Regional'naya ekonomika: teoriya i praktika [Regional Economics: Theory and Practice]*, 18(12), 2383-2398.
 12. Seferyan L. (2017). Analiz otkhodopererabatyvayushchikh zavodov v Evrope [Analysis of waste processing plants in Europe]. *Inzhenernyy vestnik Dona [Engineering Bulletin of the Don]*, 2, 42-49.
 13. Cernyshchov V. (2016). Obrashcheniya s tverdymi bytovymi otkhodami v Shvetsii [Solid Waste Management in Sweden]. *Mezhdunarodnyy zhurnal gumanitarnykh i estestvennykh nauk [International Journal of Humanities and Natural Sciences]*, 1, 51-54.
 14. Shingarkina V.S. (2015). Osnovnye organizatsionno-ekonomicheskie problemy utilizatsii tverdykh kommunal'nykh otkhodov [The main organizational and economic problems of solid municipal waste disposal]. *Vestnik Instituta ekonomiki RAN [Bulletin of the Institute of Economics, RAS]*, 6, 184-193.
 15. Alexander C. (2016). When waste disappears, or More waste please! *RCC Perspectives: Transformations in Environment and Society*, 1, 31-40.
 16. Bondes M. (2019). *Chinese environmental contention: Linking up against waste incineration*. Amsterdam University Press, 53-86.
 17. Dzebo A., Nykvist B. (2017). Swedish heat energy system – new tensions and lock-ins after a successful transition. *Stockholm Environment Institute*, 1, 1-4.
 18. Gomberg S., Sattler S. (2015). Advancing Minnesota's clean energy economy: Building on a history of leadership and success. *Union of Concerned Scientists*, 1, 1-12.
 19. Gutberlet J. (2016). Ways out of the waste dilemma: Transforming communities in the global south. *RCC Perspectives: Transformations in Environment and Society*, 3, 55-68.
 20. Landsberger S. (2019). *Beijing garbage: A city besieged by waste*. Amsterdam University Press, 159-176.
 21. Muller N.Z., Mendelsohn R., Nordhaus W. (2011). Environmental accounting for pollution in the United States economy. *American Economic Review*, 101(5), 1649-1675.
 22. Sigman H. (2011). Management of hazardous waste and contaminated land. *The Annual Review of Resource Economics*, 3(1), 255-275.
 23. Silvestri F. (2015). Municipal waste selection and disposal: Evidences from Lombardy. *Fondazione Eni Enrico Mattei (FEEM)*, 1.
 24. Viscusi W.K., Huber J., Bell J. (2011). Promoting recycling: private values, social norms, and economic incentives. *American Economic Review*, 101(3), 65-70.
 25. Viscusi W.K., Huber J., Bell J., Cecot C. (2013). Discontinuous behavioral responses to recycling laws and plastic water bottle deposits. *American Law and Economics Review*, 15(1), 110-155.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Елизавета Александровна Мельникова

Специалист по бизнес-планированию отдела качества обслуживания и развития дилерской сети ООО «Ниссан Мэнюфэчуринг РУС».

Область научных интересов: безотходное потребление, переработка ТБО, возобновляемая энергетика, математическое моделирование.

E-mail: lisamelya9.3@gmail.com

ABOUT THE AUTHOR

Elizaveta A. Melnikova

Business planning specialist, Department customer quality and dealer network development of the LLC “Nissan Manufacturing RUS” – Russian branch of the automaker “Nissan”.

Research interests: non-waste consumption, MSW processing, renewable energy, mathematical modeling.

E-mail: lisamelya9.3@gmail.com