

# Плазменные технологии утилизации ТБО: продвижение инноваций на рынок

**Н. И. Пляскина,**  
д. э. н., ведущий научный сотрудник  
pliaskina@hotmail.com

**В. Н. Харитонова,**  
к. э. н., ведущий научный сотрудник  
kharit@ieie.nsc.ru

**Институт экономики и организации промышленного производства,  
Сибирское отделение Российской академии наук (ИЭОПП СО РАН),  
Новосибирский государственный университет (НГУ), Новосибирск**

*В статье обсуждаются инновационные направления решения проблем энерго- и ресурсосбережения в сочетании с экологическими проблемами утилизации твердых бытовых отходов. Представлены анализ ситуации с накоплением и утилизацией техногенных отходов и рассматриваются преимущества использования инновационных электроплазменных технологий сжигания твердых бытовых отходов (ТБО), разработанных в Институте теплофизики СО РАН. Предложен методический подход к построению эколого-экономических оценок общественной эффективности инновационного проекта, формированию механизмов государственной поддержки инновационного проекта электроплазменной технологии утилизации ТБО с использованием методологии форсайт-исследований.*

*Дана комплексная эколого-экономическая оценка эффективности проекта создания плазменной технологической установки по сжиганию твердых бытовых отходов и получению полезной энергии на примере Новосибирской области. Показано, что государственные расходы, направляемые на поддержку инновационной технологии, окупаются ожидаемыми выгодами от энергосбережения, а также экологическими и социальными эффектами от ее внедрения. Сформулированы рекомендации по увеличению эффективности трансфера инновационных технологий утилизации ТБО в реальный сектор экономики.*

**Ключевые слова:** инновационная электроплазменная технология, энергетический потенциал, выбросы загрязняющих веществ, утилизация твердых бытовых отходов, форсайт-исследование, общественная эффективность проекта, социальный и экологический эффекты, коммерциализация.

## **1. Востребованность электроплазменных технологий в утилизации отходов**

*Актуальность.* Проблема утилизации техногенных отходов давно и остро стоит во всем мире, особенно это касается крупных городов. Среднестатистический житель современного города производит не менее 1 кг твердых бытовых отходов (ТБО) в сутки. Генерация твердых бытовых отходов в размере 330 кг на душу населения в России значительно меньше, чем в Европе с аналогичным показателем в 510 кг. Если сохранится прежняя скорость накопления ТБО в России, то ожидается, что к 2025 г. данный показатель вырастет до 500 кг на душу населения. При современных технологиях утилизации ТБО придется

вдвое увеличить земельные площади для захоронения твердых бытовых отходов.

В настоящее время в зарубежных странах наметилось направление движения в решении проблемы утилизации отходов: от свалок к мусороперерабатывающим заводам. Открытое складирование мусора вызывает загрязнение почвы и приземных вод, выведение земли из хозяйственного использования и сокращение рекреационного потенциала земельных ресурсов, выброс большого количества вредных газов в атмосферу.

В городских агломерациях развитых стран мира имеются резервы профильных мощностей по всем возможным технологиям переработки ТБО от 40 до 100% от объемов их образования. В то время как в России

утилизируется 3% бытовых отходов, 6% подвергается обработке, а перерабатывается только 1–2%, имеется порядка 240 комплексов по переработке ТБО, 53 — по сортировке и 40 мусоросжигающих заводов.

Вследствие недостаточности мощностей по утилизации отходов высокими темпами растет их накопление, так только в Сибирском Федеральном округе (СФО) ежегодно образуется 9,2 млн т ТБО в год, в среднем 0,477 т/чел, что в 1,5 раза выше среднероссийского уровня. Значительная часть отходов хранится в отведенных отвалах, загрязняя большие площади и представляя угрозу здоровью населения.

В большинстве муниципальных образований СФО отходы производства и потребления размещаются на несанкционированных свалках, занимающих 18,4 тыс. га, или 40% площадей несанкционированных свалок ТБО в Российской Федерации. По данным рейдов, проведенных Росприроднадзором 13.09.2012 г., несанкционированные свалки расположены в водоохраных зонах (16%), на землях сельхозназначения (16,5%), на землях лесного фонда (7,3%), наибольшее количество несанкционированных свалок сосредоточено на землях населенных пунктов (59,7%). Хранить отходы дорого и небезопасно для окружающей среды, поэтому переработка ТБО является объективной необходимостью.

В зарубежных странах наиболее рентабельными признаны технологии с использованием биологических и термических методов переработки ТБО при одновременном получении энергии [1]. В начале XXI века в Западной Европе широкое распространение получили мусоросжигающие заводы с технологиями высокотемпературного сжигания отходов, но уже через 10 лет наступил этап разочарования. Выяснилось, что в процессе сжигания ТБО отходящие газы имеют высокое содержание опасных веществ: диоксинов и фуранов, а технологии очистки отходящих газов весьма дороги. Поиск решения этой проблемы вывел на новые идеи сжигания мусора в генераторах термической плазмы — плазмотронах, которые позволяют сжигать отходы не только безопасно для окружающей среды, но и с огромной пользой, получая вместо мусора тепловую и электрическую энергию.

*Плазменные технологии.* Термической плазмой называется плазма при повышенном давлении, когда температура электронов, ионов и тяжелых частиц одинакова. Генераторы термической плазмы создают плазменные потоки в виде газа, нагретого до 1600°C с помощью электрической дуги, при этом возникает эффект высокоэнергетического воздействия на материалы, позволяющий подвергнуть глубокому разложению соединения, входящие в состав данного вещества [2].

В Институте теплофизики (ИТ СО РАН) и Институте теоретической и прикладной механики (ИТПМ СО РАН) с начала 1960-х гг. велись исследования по созданию генераторов электродуговой плазмы (А. С. Аньшаков, В. С. Чередниченко, А. М. Казанов, Г. И. Багрянцев, С. П. Ващенко, В. П. Лукашов, А. Н. Тимошевский и др). В середине 1990-х гг. в ИТ СО РАН, совместно с ОАО «Сибэлэротерм», ООО «Огневая технология», ОАО «Новосибирский «ВНИ-ПИЭТ» разработаны энергоэффективные термические

и электроплазменные технологии для переработки муниципальных отходов [3–6].

Основным достоинством электроплазменных технологий (по сравнению с физико-химическими и биологическими) является универсальность, позволяющая перерабатывать любое вещество в твердом, жидком и газообразном состоянии. Поэтому такие технологии могут одновременно перерабатывать различные техногенные отходы: бытовые, биологические, всю органику, которые содержат в своей основе углерод. Продуктом переработки является синтетический газ, состоящий из монооксида углерода и водорода. Синтетический газ — это горючий газ, ценное сырье для энергетики, с помощью которого можно получать тепло для теплоснабжения населенных пунктов, электроэнергию на тех же паровых турбинах, которые используются на тепловых станциях.

Разработанные в ИТ СО РАН плазмотроны являются энергоэффективными: переработка одной тонны ТБО требует 500 кВт·ч электроэнергии, при этом образуется 1000 кубометров синтез-газа. При дальнейшем сжигании в топке котла полученного синтез-газа, затрачивая 1 кВт электроэнергии, получаем до 1,5 кВт вторичной электроэнергии [7]. В результате использования плазменных технологий ТБО становятся возобновляемым энергетическим сырьем для получения тепловой и электрической энергии.

Существенным преимуществом плазменного метода в сравнении с огневыми высокотемпературными методами сжигания ТБО является экологическая чистота технологии: исключается появление вредных выбросов типа диоксинов или фуранов. Уровень температур выше 1300°C позволяет разложить все сложные вещества на простейшие, последующая быстрая закалка химических реакций не допускает обратных соединений. Другое преимущество — плазменная технология не требует сортировки ТБО: все виды отходов сжигаются в одной плазменно-шахтной печи. Образующиеся в результате сжигания остеклованные шлаки тоже не содержат вредные вещества и диоксины, нейтральны по отношению к почве, к воде, к окружающей среде и могут быть использованы в строительстве дорог, домов и др.

Вместе с тем при работе плазмотрона выявлен негативный фактор — высокий уровень шума (до 120–130 дБ). Их использование предъявляет особые требования к организации обеспечения безопасности труда [8–9].

*Уровень внедрения плазменных технологий.* В настоящее время на российском рынке наиболее востребованы небольшие плазменные печи, рассчитанные на переработку 100–200 кг/ч отходов, уничтожения особо токсичных веществ, медицинских отходов. Эта мощность вполне достаточна для любого большого промышленного комплекса или исследовательского центра и доступна по цене для среднего и малого бизнеса.

В мире еще нет отлаженного производства крупных установок на основе плазменного метода. Завод по переработке бытовых отходов в Канаде находится в «наладочной» стадии. Экспериментальные исследования данного направления проводились во Франции. В Южной Корее есть опытно-промышленная плазмен-

ная установка по переработке бытовых и техногенных отходов до 1 т/ч. В США только планируется создать до 2015 г. крупнейший завод по переработке таких отходов (150 тыс. т/год). Спрос на крупнотоннажные плазмотроны для утилизации ТБО растет. Определенный интерес к разработкам ИТФ СО РАН проявляют Израиль, Турция и Польша, Китай. В России разработано технико-экономическое обоснование (ТЭО) создания электроплазменной промышленной установки по переработке 45 тыс. т/год, которая может обеспечить переработку ТБО городского района с населением более 100 тыс. человек [10]. Ориентировочная стоимость с учетом создания инфраструктурных объектов — \$45 млн. Институт теплофизики СО РАН сотрудничает с китайскими фирмами и Политехническим университетом г. Харбина по созданию мощных опытно-промышленных установок [11].

Продвижение на рынок электроплазменных инновационных технологий нуждается в научном сопровождении опытно-промышленного производства и их коммерциализации. Проблема коммерциализации инноваций чрезвычайно сложна и многогранна. Первостепенной актуальной задачей для России является определение правового статуса разработчиков технологий (НИИ, опытно-экспериментальных производств и др. организационных форм) и совершенствование законодательства как в области защиты их интеллектуальной собственности (ИС), так и в области учреждения коммерческих предприятий научно-исследовательскими институтами.

В целях создания благоприятных условий эффективности трансфера инновационных технологий в области утилизации ТБО необходимо создание Центров трансфера технологий (ЦТТ), в функции которых бы входило осуществление экономической оценки проектов, разработка бизнес-планов, юридические консультации, патентование, включая зарубежное, разработка заявок, технико-экономических обоснований и т. д.

Принимая во внимание остроту экологических проблем и требования выполнения законодательства Российской Федерации в области безопасного обращения с отходами актуально формирование благоприятных условий для частных инвесторов, форм участия государства, привлечения венчурных фондов в силу высокой капиталоемкости энергетических установок и значительных освоенческих рисков.

Создание государственного благоприятного режима для инвесторов инновационных экологически чистых технологий утилизации ТБО является сложной экономической проблемой выбора масштаба и вида государственной поддержки, соизмерения эффекта от государственных расходов с ожидаемыми экологическими и социальными эффектами от внедрения технологии.

Цель статьи — предложить к обсуждению методический подход к построению эколого-экономических оценок общественной эффективности и формированию механизмов государственной поддержки инновационного проекта электроплазменной технологии утилизации ТБО с использованием методологии форсайт-исследований.

## 2. Комплексные эколого-экономические оценки инновационных плазменных технологий утилизации ТБО

В силу значимости защиты окружающей среды для общества важна оценка общественной эффективности инновационных электроплазменных технологий, которая предусматривает учет прямых и косвенных экономического, экологического и социального эффектов от реализации проекта: в сфере утилизации ТБО, в сопряженных с нею видах деятельности, а также у населения.

Нам представляется, что сложившееся положение обусловлено, с одной стороны, неразработанностью методических положений по определению полного круга косвенных участников проекта, а также методов экономической оценки косвенных затрат и эффектов. С другой стороны, низок и прагматический интерес к денежной оценке общественного эффекта, поскольку эти индикаторы практически не используются в механизмах государственного регулирования проектной инвестиционной и инновационной деятельности.

Стоимостная оценка потенциальных эффектов в сопряженных отраслях может являться индикатором общественной значимости и привлекательности инновационной технологии. Следует учитывать, что эти эффекты могут быть получены при условии реализации проекта и государственной политики его сопровождения, которая включает разработку законодательной база, механизмы экономической поддержки выхода на рынки как производителей, так и потребителей инновационной продукции. Полученные объемы потенциальных эффектов и отраслевая структура косвенных эколого-экономических эффектов определяют предельные границы и сферы государственного регулирования.

Для интегральной оценки общественной эффективности проекта необходимо анализировать методы утилизации ТБО с трех точек зрения: экономической, экологической и социальной. Множество эффективных технологий утилизации ТБО с точки зрения общества находится на пересечении экономических,



Рис. 1. Множество эффективных технологий утилизации ТБО

экологических и социальных преимуществ и выгод методов утилизации ТБО (рис. 1).

Общественный эффект проекта ( $\mathcal{E}_{\text{общ}}$ ) складывается из экономического, экологического и социального эффектов утилизации ТБО.

$$\mathcal{E}_{\text{общ}} = \mathcal{E}_{\text{экон}} + \mathcal{E}_{\text{экол}} + \mathcal{E}_{\text{соц}},$$

где  $\mathcal{E}_{\text{экон}}$  — экономический эффект — доходы от реализации вырабатываемых видов энергии и вторичных продуктов утилизации ТБО. Для оценки экономической эффективности инвестиционных проектов используются методы проектного анализа и стандартные процедуры построения модели денежных потоков [12]. Сравнение различных вариантов проекта и выбор лучшего из них проводятся с использованием показателей чистого дисконтированного дохода, внутренней нормы доходности и срока окупаемости;  $\mathcal{E}_{\text{экол}}$  — экологический эффект применения электроплазменной технологии — стоимостная оценка предотвращенного экологического ущерба от загрязнения окружающей природной среды (атмосферного воздуха, водных почвенных и земельных ресурсов) и определяется как разность между стоимостной оценкой экологического ущерба от функционирования свалки и платой за загрязнение природной среды завода электроплазменной утилизации ТБО [13];  $\mathcal{E}_{\text{соц}}$  — социальный эффект — это прирост денежных доходов населения и внебюджетных общественных фондов в результате реализации проекта, снижение заболеваемости населения вследствие экологической нормализации условий жизнедеятельности человека и приведение хозяйственной деятельности в соответствие с основными социальными потребностями населения:

- повышением общего уровня культуры обращения с отходами;
- открытием социально-значимых производств;
- расширением масштабов рекреационных территорий и т. д.

Общественная эффективность проекта представляет собой отношение общего эффекта к издержкам всех участников при его эксплуатации:

$$\mathcal{E}\phi = \mathcal{E}_{\text{общ}}/I_{\text{общ}},$$

где  $I_{\text{общ}}$  — общие издержки от деятельности объекта.

При выборе эффективной инновационной технологии утилизации ТБО следует учесть, что подобные проекты нередко сталкиваются с экономической неэффективностью, а социальные и экологические эффекты вносят незначительный вклад в интегральную общественную эффективность проекта.

В настоящее время не удастся выявить полный круг бенефициаров — получателей косвенных эффектов, и проследить цепочки формирования полных затрат на организацию внедрения проекта. Требуется определить не только интересы сторонников технологии и их ожидаемый экономический эффект, но и противников — с оценкой дополнительных издержек на адаптацию к новой технологии и возможных убытков. Важное значение имеет оценка

выгод населения, городского хозяйства, региона и государства.

Нами предлагается совершенствование методики оценки общественной эффективности инновационных проектов и инструментарий комплексных эколого-экономических оценок энергетического потенциала инновационных технологий утилизации ТБО городских агломераций на основе адаптации методологии проектного анализа и форсайт-исследований, применяемых в мировых финансовых институтах.

Методология форсайт-исследования предусматривает (1) научно-технологический прогноз утилизации техногенных отходов с определением базовых технологий, (2) привлечение экспертов-стейкхолдеров для оценки перспективности выхода на рынки инновационных технологий на основе сравнения научно-технических разработок зарубежных и российских инновационных технологий, готовых к внедрению в реальный сектор экономики [15]. Работа экспертов организована с использованием анкетного опроса для формирования рейтинговых оценок технологий с учетом ожидаемых барьеров: снижения восприимчивости экономики к внедрению инноваций, рисков и ресурсных ограничений, конкурентов и др. Коллективное обсуждение экспертами рейтинговых оценок обеспечивает согласование их позиций.

Анкетный опрос преследует следующие задачи:

1. Определить ключевые альтернативные технологии утилизации твердых бытовых отходов.
2. Обозначить основных субъектов, специализирующихся на решении данных технологических задач.
3. Определить индикаторы, характеризующие основные технико-экономические параметры отдельных технологий и сопоставить их с технологиями развитых стран мира.

В целях стоимостной оценки ожидаемых эффектов и дополнительных затрат в других отраслях нами предлагается дополнить анкеты вопросами:

- приемлемость и эффективность инновационной технологии для производителей и потребителей технологий, а также для переработчиков ТБО;
- выгоды и затраты бенефициаров при переходе к инновационным технологиям.

В настоящее время в ИТ СО РАН разработана база данных технического потенциала СФО в области утилизации ТБО и перечень организаций, реализующих и заинтересованных в реализации инновационных проектов по утилизации техногенных отходов (БД «InnoWaste»), которая может быть основой для создания ЦТТ [16]. Пул организаций — экспертов технологий включает как производителей, так и потенциальных потребителей в энергетике, промышленности, ЖКХ и социальной сфере.

Для оценки приемлемости и эффективности инновационной технологии в анкетах сформулирован перечень вопросов по оценке стоимости проектов, перспективности инновационных технологий на рынках, рискам их внедрения, угрозам отторжения, ожидаемым экономическим и экологическим эффектам, изменениям состояния окружающей среды и качества жизни населения территории.

Методы форсайт-исследования позволяют расширить множество бенефициаров за счет привлечения широкого круга экспертов, тем самым увеличить охват оцениваемых косвенных эффектов и затрат от внедрения инновационной технологии. В качестве экспертов выступают как прямые участники проекта, так и бенефициары:

- разработчики инновационных технологий;
- потенциальные потребители технологий (заказчики — руководители профильных департаментов администраций областей, муниципальных образований, административных структур жилищно-коммунального хозяйства городских агломераций, энергетические компании);
- специалисты-практики предприятий по утилизации твердых бытовых отходов;
- производители твердых бытовых отходов в городских агломерациях;
- транспортные компании по вывозу мусора;
- представители научных учреждений;
- экологические службы;
- экологические общественные организации;
- общественные организации городского населения.

Выгоды и затраты бенефициаров проявляются за рамками оценки коммерческой эффективности проекта и учитываются при расчете его общественной эффективности. Выделены четыре группы бенефициаров, участвующих в получении общественного эффекта:

- население городских агломераций как главный бенефициар (экономия расходов на оплату услуг ЖКХ за счет снижения тарифов на тепловую энергию, расширение сфер занятости и улучшение состояния окружающей среды, сохранение рекреационных земель);
- поставщики ТБО (прирост или снижение транспортных затрат по доставке ТБО на хранение и переработку);
- предприятия — переработчики ТБО (расширение возможностей технологического развития, полезное использование выделяемой энергии, снижение масштабов нагрузки на окружающую среду и затрат на содержание полигонов захоронения ТБО),
- потребители товаров и услуг, произведенных в результате утилизации ТБО, (тепловая и электрическая энергия, стеклопакеты, строительные материалы, металлолом и др.).

На основе анкетного опроса определяются приоритетные технологии утилизации ТБО и вероятности их реализации, интервальные оценки энергетического потенциала, стоимости, затрат и сроков их внедрения, качественные показатели снижения нагрузок на окружающую среду, а также ожидаемые эффекты для каждого бенефициара и стейкхолдера.

Полученная информация позволяет сформировать для каждой оцениваемой технологии группы сторонников и противников их внедрения с оценкой издержек и получаемых эффектов. Экспертные оценки сторонников проекта формируют информационный массив оценок положительных эффектов технологий, а противников или оппонентов проекта — оценка дополнительных издержек и затрат, воз-

никающих в связи с реорганизацией сложившейся системы утилизации ТБО, и оценки предпочтений альтернативных вариантов. На заключительном этапе строится таблица для SWOT-анализа электроплазменной технологии с группировкой сильных и слабых сторон проекта, ожидаемых угроз и рисков снижения его эффективности.

Методология форсайт-исследования с привлечением экспертов-стейкхолдеров позволяет расширить наши представления об ожидаемых эффектах снижения нагрузок на окружающую среду и энергетическом потенциале инновационных технологий, направлениях и механизмах продвижения на рынок оригинальных инновационных ресурсосберегающих проектов.

### 3. Оценка общественной эффективности проекта электроплазменной технологии утилизации твердых бытовых отходов в Новосибирской области

#### 3.1. Описание проекта экспериментального завода

Апробация методического подхода к оценке общественной эффективности проведена для проекта строительства завода по переработке ТБО мощностью 300 тыс. т на территории Новосибирска. Технологическая схема завода основана на инновационной плазменной технологии ИТ СО РАН [5–7].

Переработка ТБО осуществляется методом высокотемпературной газификации с получением калорийного синтез-газа (10–13 МДж/м<sup>3</sup>) для последующего его сжигания в энергетических котлах с целью получения высокопотенциального тепла. Уровень температур в реакционной зоне выше 1600°С позволяет вести глубокую переработку веществ до простейших соединений, исключить жесткие требования к подготовке отходов для переработки, устранить образование окислов азота и существенно снизить затраты на очистку отходящих газов.

В основе метода лежит прямая газогенераторная схема. Газогенератор представляет собой шахтную печь с непрерывной загрузкой ТБО сверху и жидким шлакоудалением. Твердые продукты газификации и компоненты топлива, не подвергшиеся пиролизу, расплавляются в нижней части реактора под воздействием высокотемпературных плазменных струй.

Неорганическая составляющая отходов в виде шлака является экологически чистым продуктом, пригодным для строительных работ, и сырьем для производства стеклокристаллической плитки.

Такая технология имеет следующие экологические и технологические преимущества по сравнению с традиционным сжиганием:

- решение экологических проблем среды обитания человека (снижение выбросов пыли, оксидов серы, азота и других вредных веществ в окружающую среду за счет селективности плазмохимических процессов и повышенной плотности энергии в реакционной зоне);
- получение тепла с помощью вырабатываемого синтез-газа;
- широкий спектр утилизируемых и уничтожаемых веществ;

- высокая производительность при компактности основного технологического аппарата-газификатора;
- легкость автоматизации и оптимизации процесса.

Технология высокотемпературной переработки ТБО позволяет осуществлять полное уничтожение любых отходов (бытовых и производственных) и не требует селективной сортировки и обработки ТБО, необходимо отделить только крупногабаритные предметы.

Производятся следующие виды готовой продукции:

- тепло в виде пара и горячей воды;
- стеклокристаллическая плитка;
- черные и цветные металлы.

Кроме образования тепла при переработке ТБО осуществляется утилизация тепла отходящего из газификатора синтез-газа.

Строительство завода потребует 10,6 млрд руб. капитальных вложений и осуществляется в две очереди: первая — ввод мощности по переработке 100 тыс. т ТБО в год, стоимость — 4,1 млрд руб., численность занятых — 138 человек; вторая (полное раз-

витие) — 300 тыс т ТБО в год, стоимость — 6,5 млрд руб. капитальных вложений, занято 266 человек. Завод представлен пятью производственными цехами:

- по приему и подготовке ТБО;
- высокотемпературной газификации;
- утилизации синтез-газа;
- по производству стеклокристаллической плитки;
- по оказанию услуг общезаводского значения.

### 3.2. SWOT-анализ сильных и слабых сторон электроплазменной технологии

При оценке экологического и социальных эффектов электроплазменной технологии необходимо учесть возникающие положительные эффекты от устранения совокупности негативных факторов использования традиционных технологий утилизации ТБО городской агломерации. Традиционные свалки и полигоны захоронения ТБО негативно влияют на окружающую среду, растут риски возможных техногенных катастроф, загрязняются грунтовые воды и воздух, отторгаются значительные территории, земельные ресурсы под свалки и полигоны. Кроме того, полигоны притягивают к себе люмпенизированную часть населения, что ведет

Таблица 1

*Оценка преимуществ и выгод методов утилизации ТБО*

Метод/точка зрения	Преимущества	Недостатки
<b>Свалка</b>		
Экономическая	Позволяет одновременно избавиться от большого количества мусора; позволяет избавляться от отходов по мере их поступления; упрощает последующее захоронение ТБО; не требует постоянных и крупных капиталовложений; производство компоста	Высокие затраты на борьбу с последствиями губительного влияния захоронений отходов
Экологическая		При увлажнении в почву и подземные воды выделяются токсичные вещества; возможно возгорание, гниение, отравление флоры и фауны; почва отравлена и разрыхлена, не пригодна ни для строительства, ни для земледелия, ни для выпаса скота; выделяется тепло, загрязняя атмосферу; последствия разрушительного влияния свалок на природу могут оказаться необратимыми в будущем
Социальная		Требуется много невозможного ресурса — земли; ухудшает ландшафт; близость к местам проживания населения; вызывает негативную реакцию населения; ухудшает комфортность населенного пункта
<b>Сжигание</b>		
Экономическая	Возвращает вложенные инвестиции; снижает затраты и упрощает последующее захоронение ТБО; производство тепловой энергии; позволяет избавляться от отходов по мере их поступления; отсутствуют затраты на содержание мусора; производит вторичные продукты	Стоит дорого
Экологическая	Упрощает последующее захоронение ТБО; позволяет одновременно избавиться от большого количества мусора	Выделение токсинов в воздушный бассейн; продукты сжигания — зола — являются ядовитыми веществами и подвергаются последующей утилизации
Социальная	Сокращает площади свалок и полигонов	Над городами и предприятиями образуются плотные дымовые завесы из-за постоянных выбросов дыма в атмосферу; дым от сжигания может привести к негативной реакции населения; отходы сжигания требуют дополнительной очистки
<b>Плазменная технология сжигания ТБО</b>		
Экономическая	Возвращает вложенные инвестиции; высокая производительность; производство тепла, электроэнергии и вторичных полезных продуктов; не требует селективной сортировки ТБО; низкие затраты на захоронение отходов и платы за выбросы; низкая землеемкость; высокий уровень автоматизации процесса; замещает традиционное энергетическое топливо; сохраняет земли сельскохозяйственного назначения; снижается потребность в полигонах хранения ТБО	Стоит дорого — капиталоемкая; высокие освоительские риски; желательно наличие потребителей тепла вблизи от энергоустановки, либо наличие теплосетей; высокие затраты вхождения на рынки вторичных продуктов; сложность организации договоров о поставках ТБО; отсутствует система страхования ритмичности поставок ТБО; ухудшается положение на рынке традиционных переработчиков ТБО
Экологическая	Широкий спектр утилизируемых и уничтожаемых веществ;кратно улучшает экологическую ситуацию в городе,кратно сокращаются потребности в земельных ресурсах; обеспечивает минимум выбросов вредных веществ в атмосферу, воду, почву	Рост акустической нагрузки на заводе
Социальная	Качественно улучшает комфортность городской и сельской среды в пригороде; сохраняются рекреационные зоны; предъявляет спрос на квалифицированную рабочую силу; сокращаются рабочие места в неперспективной сфере хранения и переработки ТБО	

Динамика эксплуатационных расходов цехов

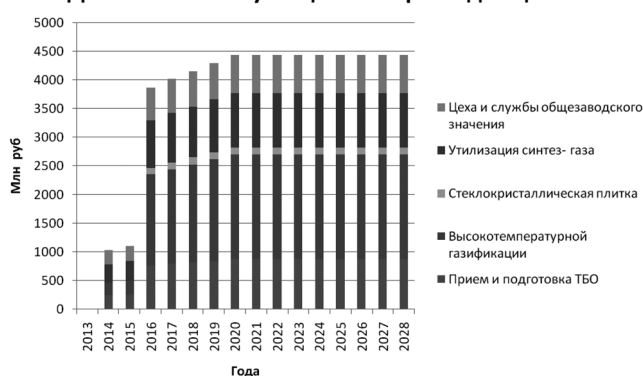


Рис. 2. Динамика эксплуатационных расходов, млн руб.

к росту социальной напряженности в местах размещения и хранения ТБО. Систематизация экспертных оценок представителей различных групп общества представлена в табл. 1.

Анализ качественных экономических преимуществ, экологических и социальных эффектов показал, что наиболее рациональным путем обращения с ТБО является их глубокая переработка с максимальным сокращением объема остатков, подлежащих захоронению. Подобные инновационные экологические проекты, имеющие высокие качественные индикаторы социальной и экологической значимости, по нашему мнению, должно курировать государство при продвижении на рынок, создавая благоприятный инвестиционный климат и институциональную среду для привлечения бизнеса. Оценка общественной эффективности инновационных экологических проектов позволяет выработать рекомендации по изменению механизмов продвижения на рынок оригинальных инновационных ресурсосберегающих проектов.

### 3.3. Экономическая эффективность проекта

Экономическая эффективность инвестиционного проекта характеризуется системой экономических показателей, отражающих соотношение связанных с проектом затрат и результатов, что позволяет судить об экономических преимуществах одних технологий утилизации ТБО перед другими.

Чистый дисконтированный доход (NPV) характеризует общий абсолютный результат инвестиционной деятельности и представляет собой разность совокупного дохода и всех видов расходов за период реализации проекта с учетом фактора времени. Максимум чистого дисконтированного дохода выступает в качестве критерия оценки экономической эффективности проекта. Положительное значение NPV характеризует эффективность инвестиционного проекта и является подтверждением целесообразности инвестирования денежных средств.

Внутренняя норма доходности (ВНД) является индикатором коммерческой эффективности проекта для инвестора. ВНД представляет собой пороговое значение рентабельности капитальных вложений и ту норму дисконта, при которой достигается окупаемость затрат.

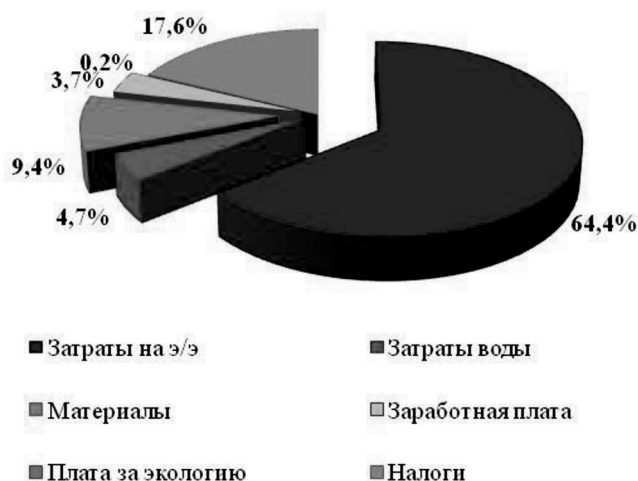


Рис. 3. Структура текущих затрат завода по переработке твердых бытовых отходов методом высокотемпературной газификации по основным элементам затрат

Срок окупаемости — количество лет от начала осуществления проекта, за пределами которых интегральный эффект становится и в дальнейшем остается неотрицательным.

Дисконтированный период окупаемости определяется по формуле:

$$DPP = \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+r)^t} \geq I_0,$$

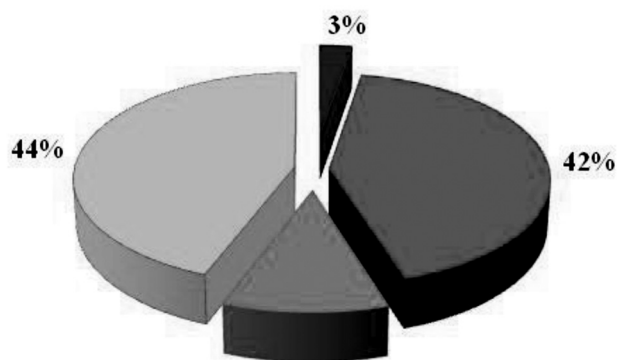
где  $n$  — число периодов;  $CF_t$  — приток денежных средств в период  $t$ ;  $r$  — коэффициент дисконтирования;  $I_0$  — величина исходных инвестиций в нулевой период.

В модели инвестиционного проекта рассчитаны потоки денежных средств (ДС) в течение всего жизненного цикла проекта (период строительства и эксплуатации завода в течение амортизационного срока оборудования) с 2014 по 2028 г. Дисконтирование денежных потоков производилось путем приведения прогнозных значений выгод и затрат к 2013 г. при ставке дисконтирования ( $r_{\text{реал}} = 0,12$ )<sup>1</sup>. Денежные потоки включают доходы, эксплуатационные расходы и налоговые отчисления в бюджетную систему<sup>2</sup> и фонды социального страхования в период строительства и эксплуатации завода. Динамика и структура эксплуатационных расходов приведена на рис. 2, 3.

В цеховой структуре эксплуатационных расходов наибольшую долю — 40% занимают затраты на высокотемпературную газификацию, 22% — на утилизацию синтез-газа для производства тепла. Производство вторичной продукции — стеклокристаллической плитки мало затратно: не более 2% суммарных эксплуатационных затрат. Затраты на покупку, прием и подготовку ТБО сопоставимы с затратами на утилизацию синтез-газа.

<sup>1</sup> В соответствии с Методическими рекомендациями оценки эффективности инвестиционных проектов, действующих в РФ, и прогнозных темпов инфляции Минэкономразвития до 2025 г.

<sup>2</sup> Налог на имущество — 2,2%, налог на прибыль — 20%, НДС (по отдельным видам продукции и услуг).



- от организации вывоза мусора (ТСЖ и УК)
- от реализации тепла
- от реализации лома черных и цветных металлов
- от реализации стеклокристаллической плитки

Рис. 4. Структура выручки завода по переработке твердых бытовых отходов методом высокотемпературной газификации

В связи с высокой энергоемкостью электроплазменной технологии затраты на электроэнергию занимают 64,4% в текущих расходах. Налоги — вторая по значимости статья текущих расходов — 17,6%. При действующих тарифах на покупку ТБО материальные затраты составляют 9,4%. Высокий уровень автоматизации и экологичность производства обусловила не высокие доли заработной платы — 4,7% и платы за загрязнение окружающей среды — 0,2%.

Источником доходов по проекту является выручка от реализации производимой продукции (рис. 4). Выручка от реализации тепла определяется с учетом тарифной политики г. Новосибирска и Новосибирской области [17] и прогнозируемых темпов инфляции, а также действующей практики договорных отношений. Цена реализации черных и цветных металлов определена на основе статистики ОАО «Вторчермет», а стеклокристаллической плитки — на основе экспертных оценок с учетом индексации на темп инфляции.

Два продукта формируют 86% выручки завода. На долю целевого продукта — высоко- и низкопотенциального тепла приходится 42%, вторич-

Таблица 2

Показатели коммерческой эффективности проекта завода высокотемпературной газификации ТБО в условиях самофинансирования

Показатель	Значение
ЧДД (млн руб.)	
без учета фактора времени	9206
дисконтированный	834
Внутренняя норма доходности (%)	
дисконтированный	9,13
Срок окупаемости проекта (годы)	
без учета фактора времени	9,79
дисконтированный	9,86

Динамика сальдо ДС

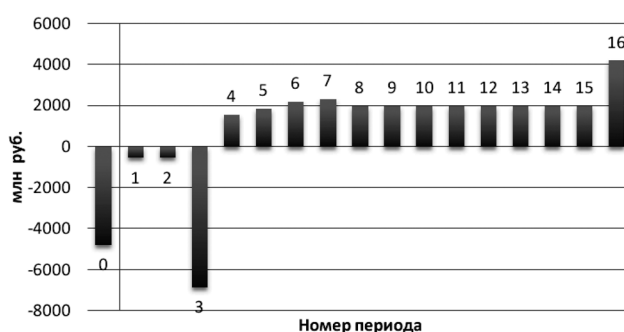


Рис. 5. Динамика сальдо ДС

ный продукт — стеклокристаллическая плитка занимает 44%, лом черных и цветных металлов — 11%.

Результирующая динамика сальдо ДС изображена на рис. 5. Отрицательные значения сальдо ДС имеет в первые 3 года осуществления проекта — период работы газификатора в режиме опытной эксплуатации. После ввода полной мощности промышленного газификатора сальдо ДС становится устойчиво положительным.

В целом инновационный проект эффективен — имеет положительный дисконтированный ЧДД в размере 834 млн руб, но не высокую внутреннюю норму доходности — 9,13% и длительный срок окупаемости — около 10 лет (табл. 2), что характерно для экологических проектов.

Динамика накопленного сальдо ДП (рис. 6) демонстрирует необходимость привлечения внешних инвестиций, либо масштабной государственной поддержки проекта завода по переработке ТБО до выхода на окупаемость (точка безубыточности).

Срок окупаемости около 10 лет является вполне приемлемым для экологических дружелюбных проектов, но малопривлекателен для энергетических проектов. Полученные результаты оценки экономической эффективности проекта завода говорят о необходимости государственной поддержки инновационных технологий утилизации ТБО.

В целях поиска направлений государственной поддержки проведен анализ чувствительности показателей коммерческой эффективности проекта. Оказалось, что льготный режим налогообложения малоэффективен в связи с низкими темпами накопления прибыли в первые пять лет. Так, снижение ставки налога на прибыль с 20 до 10% позволит сократить срок окупаемости на полгода и повысить внутреннюю норму доходности проекта с 9,13 до 10%, тогда как

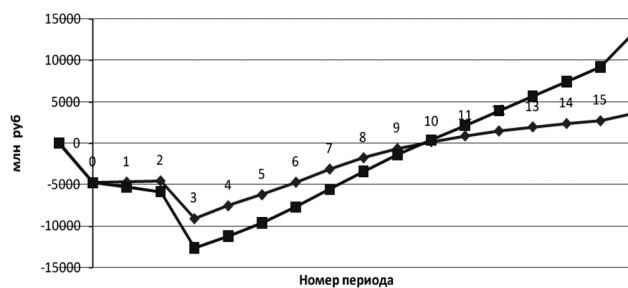


Рис. 6. Динамика накопленного сальдо ДП



приемлемая норма доходности для инвестора не менее 12%. Более значимыми факторами роста эффективности являются:

- снижение энергетических издержек производства,
- отказ от налогообложения прибыли,
- отмена налога на добавленную стоимость в инвестиционных расходах.

В соответствии с вышесказанным на стадии освоения проектной мощности представляются эффективными следующие механизмы государственной поддержки инвестора:

- предоставление субсидий из регионального бюджета для приобретения электрической энергии;
- установление предельного уровня муниципальных тарифов на приобретение ТБО;
- предоставление налоговых каникул по прибыли региональными органами власти.

### 3.4. Особенности формирования оценок экологического эффекта

В соответствии с Методикой расчета экологической эффективности реализации инвестиционного проекта (ИП) предусматривается расчет количественных показателей прямого и косвенного экологических эффектов. Под прямым экологическим эффектом подразумеваются ожидаемые в результате реализации ИП изменения уровня воздействия на окружающую среду и улучшение ее качества для проживания населения. Косвенный экологический эффект ожидается в результате реализации проекта, направленного:

- на производство продукции, способной заменить аналогичную по своим потребительским свойствам при существующем способе производства;
- снижение потребления природных ресурсов, изъятия земель, выбросов вредных веществ и т. д. при использовании продукции, производимой ИП, по сравнению с существующим положением.

Экономическая оценка экологического эффекта (Экол) проекта определяется суммарным предотвращенным экологическим ущербом от функционирования свалки в виде:

- снижения выбросов и сбросов загрязняющих веществ;
- уменьшения использования земель под несанкционированные свалки;
- снижения загрязненности почв химическими веществами;
- уменьшения площадей деградированных земель и т. д.

Для того чтобы представить экологический эффект, который приносит завод по переработке отходов, предлагается сравнить экономические ущербы от функционирования завода и от захоронения ТБО на свалке в предположении, что срок хранения отходов 30 лет.

$$\text{ЭколЭф} = \text{Эк. ущерб (свалка)} - (\text{Пн атм} + \text{Празм}),$$

$$\text{Пн атм} = \text{Сni атм} \times \text{М} \times \text{Кэа} \times \text{Кин},$$

где Пн атм — плата за выбросы загрязняющих веществ в атмосферу, руб.; Празм — плата за размещение отходов производства, руб.; Сni атм — норматив платы за выброс 1 т i-го загрязняющего вещества в пределах установленных нормативов выбросов (руб.); М — приведенная масса выбросов загрязняющих веществ в рассматриваемом регионе, усл. т; Кэа — коэффициент экологической ситуации и экологической значимости состояния атмосферного воздуха и почвы территорий экономических районов России (для Западной Сибири в 2013 г. Кэа = 1,2); Кин — коэффициент индексации платы за негативное воздействие на окружающую среду (естанавливается ежегодно законом о бюджете Российской Федерации (в 2013 г. Кин = 2,2)).

Оценка платы за загрязнение окружающей среды опытно-промышленной установки по переработке ТБО мощностью 45 тыс. т/год представлена в табл. 3. Расчет выполнен по следующему алгоритму:

1. Рассчитан среднесуточный объем выбросов завода по переработке в мг/м<sup>3</sup>.
2. Проведено сравнение показателей среднесуточных выбросов завода (мг/м<sup>3</sup>) с установленными ПДК (мг/м<sup>3</sup>) [14].

Таблица 3

*Выбросы в атмосферу вредных веществ завода высокотемпературной газификации ТБО и плата за загрязнение воздуха*

Наименование ЗВ	ПДК, мг/м <sup>3</sup>	Выбросы завода, т/год	Концентрация ЗВ в атмосфере, мг/м <sup>3</sup> в день	Плата за выбросы, Сni атм, руб./т	Нормативная плата за выбросы, руб./год	Расчетная плата за загрязнение, Пн атм, руб.
Всего		363,72	11,86		99466,13	262590,6
в том числе						
Оксид углерода	5	240,272	7,83	260	62470,72	164922,7
Диоксид азота	0,085	109,457	3,57	175	19154,98	50569,1
Ртуть	0,0003	0,00036	1,17E-05	27548091	9917,313	26181,7
Цинк	0,05	0,131	0,00427	27548	3608,788	9527,2
Ванадий	0,002	0,0044	0,00014	275481	1212,116	3200,0
Аммиак	0,2	0,154	0,00502	5510	848,54	2240,2
Молибден	0,02	0,0017	5,54E-05	229568	390,2656	1030,3
Сернистый ангидрид	0,5	8,735	0,28489	21	183,435	484,3
Пыль минеральная, зола	0,3	3,801	0,1239726	41	155,841	411,4

Таблица 4  
Среднегодовая плата за размещение отходов завода мощностью 300 тыс. т/год

Вид загрязнения	Периоды	1 (1 очередь)	3 (полное развитие)
Осадки очистных сооружений (4 класс опасности), т/год		30	630
Плата, тыс. руб.		7,45	1564,96
Неутилизируемые ТБО (5 класс), т/год		50	4550
Плата, тыс. руб.		0,75	68,25
Шлак и металл (3 класс), т/год		7	140
Плата, тыс. руб.		4,17	83,50
Всего, тыс. руб.		12,38	30,82

3. Рассчитана плата за загрязнение с учетом коэффициента экологической ситуации и коэффициентом индексации платы за негативное воздействие на окружающую среду.

Таким образом, плазменная установка по переработке 45 тыс. т ТБО ежегодно будет выбрасывать в атмосферу 363,7 т загрязняющих веществ. Загрязнение атмосферы формируют 35 компонентов, из них на 5 элементов приходится 96,35% общей платы завода: окись углерода (62,8%), диоксид азота (19%), аммиак (0,8%), сернистый ангидрид (0,18%) и металлы: ртуть (9,98%), цинк (3,6%). В соответствии с действующим экологическим законодательством плата за выбросы загрязняющих веществ в атмосферу составит 262,59 тыс. руб в год.

При увеличении мощности завода до 300 тыс т/год утилизации ТБО ожидаемые среднегодовые выбросы загрязняющих веществ (ЗВ) в атмосферу возрастут до 2,4 тыс. т, а расчетная плата за выбросы ЗВ — до 1,7 млн руб. в год. Расчетная плата за выбросы ЗВ в атмосферу (Пн атм) за жизненный цикл функционирования завода составит 20,9 млн руб., из них за первые 2 года — 0,5 млн руб.

Рассмотрим далее формирование платы завода за размещение на полигонах отходов от переработки ТБО (табл. 4).

Плата завода за размещение отходов весьма умеренна, что обусловлено как низкими объемами, так и невысоким классом опасности отходов. За период жизненного цикла завода (Празм) составит 3,7 млн руб, а общая сумма экологических платежей завода — 24,6 млн руб. При этом будет переработано 3,68 млн т отходов и, следовательно, в результате ликвидации свалок предотвращенный экологический ущерб составит 1082 млн руб.<sup>3</sup> Ожидаемое сокращение отвода земель для свалки — 540 га, которые могут быть вовлечены муниципалитетами в рыночный оборот с доходом в размере 648 млн руб при продаже земель для дачных участков или для городского строительства<sup>4</sup>, который может быть квалифицирован как косвенный

<sup>3</sup> Экономический ущерб от загрязнения одной тонной ТБО на свалке составляет 294,11 руб. в год

<sup>4</sup> Кадастровая стоимость земельного участка в пригородах г. Новосибирска в 2013 г. равна 120 руб./м<sup>2</sup> — Постановление Правительства Новосибирской области от 02.11. 2011 № 510-п «О нормативной цене земли».

экологический эффект. Таким образом, суммарный экологический эффект (ЭэколЭф) от использования инновационной электроплазменной технологии утилизации ТБО достигнет 1705,4 млн руб. Экологический эффект появляется с начала функционирования завода и возрастает по мере ввода мощности с 20,22 млн руб. в год для первой очереди до 121,8 млн руб. в год при выходе на проектную мощность. Величина экологического эффекта сравнима с 12% коммерческого чистого дохода инвестора.

Население является главным бенифициаром получения эффекта улучшения качества окружающей среды, а федеральный бюджет является непосредственным получателем экологического эффекта от реализации инновационного проекта.

### 3.5. Оценка ожидаемого социального эффекта

Социальный эффект тяжело измерить только денежными показателями. Например, заболевания, вызванные ТБО, не могут быть полностью отделены от болезней вызванных, другими факторами. Вместе с тем, проект плазменного сжигания ТБО окажет позитивное воздействие на состояние окружающей среды в результате снижения рисков распространения болезней от сокращения свалок. Сложность определения и контроля конечного социального эффекта состоит в том, что он может проявиться лишь в долгосрочном периоде и зависит от множества факторов. Прежде всего, это качество жизни населения, методы измерения которого пока недостаточно разработаны.

Денежная оценка социального эффекта проекта Эсоц включает фонд оплаты труда работников (ФОП), социальный эффект от повышения уровня занятости населения муниципального образования и социальный эффект от увеличения притока средств во внебюджетные фонды в виде единого социального налога в процессе функционирования объекта:

$$\mathcal{E}_{\text{соц}} = \text{ФОТ} + \mathcal{E}_{\text{соц}}^{\text{зан}} + \mathcal{E}_{\text{соц}}^{\text{ЕСН}}$$

Социальный эффект, возникающий при повышении уровня занятости ( $\mathcal{E}_{\text{соц}}^{\text{зан}}$ ), рассчитывается в виде снижения затрат регионального фонда занятости на материальную поддержку безработных. Он может быть направлен на переобучение безработных, поддержку других социально-значимых проектов с созданием новых рабочих мест и др. Социальный эффект, получаемый от увеличения притока средств в виде единого социального налога, выражается приростом фондов: пенсионного, социального страхования и обязательного медицинского страхования. Денежная оценка ожидаемого социального эффекта  $\mathcal{E}_{\text{соц}}$ :

- прироста рабочих мест на 266 человек для полного развития, дополнительный доход ( $\text{ФОТ} + \mathcal{E}_{\text{соц}}^{\text{зан}}$ ) составит 994,48 млн руб.;
- прироста внебюджетных средств в виде единого социального налога за время реализации проекта  $\mathcal{E}_{\text{соц}}^{\text{ЕСН}} = 26,25$  млн руб.

Общий социальный эффект за период жизненного функционирования проекта достигает 1020,73 млн руб. и сопоставим с экологическим эффектом (60%).

*Интегральный общественный эффект проекта, млн руб.*

Виды	Слагаемые общественного экономического эффекта проекта				Интегральная оценка	
	Экон			Экол		Эсоц
	прямой	косвенный	Всего			
Без учета фактора времени	9206	4320	13526	1706,38	1020,73	16252,13
Дисконтированный, млн руб.	834	654	1488	349,4	277,0	2114,4
%	39,4	30,9	70,3	16,5	13,2	100,0

### 3.6. Оценки общественной эффективности проекта

Инновационный проект завода переработки ТБО является рентабельным и принесет интегральный общественный эффект 16,25 млрд руб, что на 77% выше ожидаемого чистого дохода инвестора (табл. 5).

Совокупный вклад экологического и социально-экономического эффектов в интегральный общественный эффект проекта составляет около 30% (2,72 млрд руб.) и эквивалентен 75% чистого дисконтированного дохода инвестора.

Получение полезной энергии при сжигании ТБО является определяющим фактором прироста общественной эффективности проекта. Максимальный прирост интегрального общественного эффекта инновационной электроплазменной технологии — 4,32 млрд руб. обеспечивает косвенный экономический эффект от замещения 300 тыс. т в год энергетического угля на ТБО при производстве тепловой и электрической энергии<sup>5</sup>. Кроме того, в результате вытеснения угля может быть получен косвенный экологический эффект в размере 989 тыс. руб вследствие сокращения объемов выбросов вредных веществ в атмосферу: твердые вещества — на 161 т/год, диоксидов серы — на 76,5 т/год, оксидов азота — на 33 т/год, оксида углерода — на 18,36 т/год. Учет косвенных эффектов позволит увеличить общественную эффективность инвестиций проекта в 1,76 раза: с 0,87 до 1,53 руб./руб. вложенного капитала.

Косвенный эффект выразится в виде прироста доходов регионального бюджета, а его объем определяет возможные размеры государственной поддержки инвестора в виде предоставляемых льгот и субсидий в период выхода на проектную мощность. Основным бенефициаром косвенного эффекта проекта в виде экономии затрат на топливообеспечение выступит субъект Федерации.

### 4. Направления повышения коммерческой эффективности трансфера инновационных технологий утилизации ТБО в реальный сектор экономики

Для повышения коммерческой эффективности проекта и конкурентоспособности инновационной технологии следует разработать систему льгот и поддержек инвестора как экономический механизм перераспределения общественного эффекта.

Внедрение инновационных энерготехнологий представляет собой стратегический шаг в решении экологических проблем утилизации ТБО, обладая значительными экологическими и топливосберегающими

эффектами. В этой связи государственная политика в области продвижения инновационных экологических технологий должна быть направлена на формирование благоприятного режима перераспределения косвенных эффектов.

Разработка механизма государственной поддержки посредством перераспределения косвенных эффектов от замещения угля является более сложной проблемой. Инновационная продукция — тепловая энергия от утилизации ТБО становится конкурентом тепловой энергии, вырабатываемой на угольных котельных, тем самым ухудшает положение производителей традиционной продукции. В целях минимизации последствий освоения рисков необходим плавный переход от традиционной энергетики к инновационной электроплазменной утилизации ТБО и согласование мер стимулирования потребителей и производителей инновационной продукции. Первоначальным шагом для запуска механизма поддержки можно рассматривать снижение государственных заказов на закупку угля, вытесняемого из топливно-энергетического баланса региона в соответствии с вводом мощностей производства тепловой энергии на инновационной технологии.

Экономическая политика вытеснения традиционных способов утилизации ТБО направлена на реализацию экологических эффектов проекта. Она предусматривает разработку экологических программ управления отходами и первоочередных мер, направленных на улучшение экологической ситуации в городских агломерациях:

- повышение штрафов за несанкционированные свалки и увеличение тарифов на стоимость земли, используемой под полигоны;
- ужесточение экологических требований к оборудованию полигонов для захоронения ТБО.

В настоящее время в качестве целевых показателей программ управления отходами положены количественные оценки снижения экологической нагрузки на территорию: снижение количества свалок, процент обезвреживания опасных отходов, уменьшение площади отторгаемых земель, занимаемых свалками, количество автомобилей, количество утилизируемых отходов и их структура, ввод мощностей по утилизации ТБО и т. д. Вместе с тем, не работают прямые и косвенные экономические рычаги стимулирования реализации программных мероприятий и проектов внедрения экологически чистых инновационных технологий.

Предложенная методика оценки интегрального общественного эффекта наглядно демонстрирует его слагаемые, влияние их на эффективность инвестиций в инновационные технологии и позволяет определить

<sup>5</sup> Рассчитано при средней цене угля 1200 руб./т.

состав потенциальных участников реализации проекта, а полученные объемы косвенных эффектов определяют предельные границы предоставляемых им льгот.

Применение инструментария комплексных эколого-экономических оценок инвестиционного проекта инновационной технологии с использованием форсайт-исследования повышает их привлекательность при разработке стратегии утилизации техногенных отходов и охраны окружающей среды и выборе направлений поддержки со стороны государственных, региональных и муниципальных органов управления.

В силу высокой капиталоемкости энергетических установок необходимо как прямое участие государства в их создании, так и формирование благоприятных условий для частных инвесторов, принимая во внимание, остроту экологических проблем и требования выполнения законодательства Российской Федерации в области безопасного обращения с отходами. Решение этой задачи требует проведения целенаправленной государственной политики с разработкой комплекса законодательных мер, мер экономической поддержки, включая создание стимулов у населения, мер по обучению и просвещению населения.

*Рекомендации по увеличению эффективности трансфера технологий для органов государственной власти*

В целях продвижения инновационных технологий в реальный сектор экономики необходимо:

- совершенствование системы управления в области развития национальной инновационной системы;
- включение развития отрасли утилизации твердых бытовых отходов в перечень стратегических приоритетов.

На федеральном уровне

1. Разработка стратегии и федеральной целевой программы развития отрасли утилизации твердых бытовых отходов.
2. Совершенствование законодательства в области развития национальной инновационной системы как основы разработки и коммерциализации инновационных технологий.
3. Внесение изменений в методику обоснования тарифа на утилизацию твердых бытовых отходов для стимулирования инноваций в отрасли.

На региональном уровне

4. Стимулирование энергетических компаний к использованию инновационных высокотемпературных термических и плазменных технологий сжигания ТБО для выработки тепловой и электроэнергии.
5. Развитие региональной инфраструктуры трансфера инновационных технологий (создание ЦТТ).
6. Разработка системы налогового стимулирования и льгот за внедрение современных экологически чистых технологий утилизации ТБО.
7. Разработка и финансирование региональных программ инновационного развития отрасли утилизации твердых бытовых отходов.

## Заключение

Предложенный инструментарий комплексных эколого-экономических оценок энергетического потенциала инновационных технологий утилизации ТБО позволяет оценить эффективность использования энергетического потенциала ТБО в городских агломерациях, где имеются значительные масштабы накоплений ТБО, определять эффективность участия в проекте коммерческих фирм при создании электроплазменных установок утилизации ТБО. Электроплазменная технология использования ТБО в качестве энергоносителя имеет высокую общественную эффективность: снижаются потребности муниципальных образований в ископаемых видах топлива, уменьшаются расходы бюджета на топливообеспечение, кратно сокращаются выбросы ЗВ и нагрузка на окружающую среду, создаются высокотехнологичные рабочие места.

Коммерциализация инновационной технологии требует государственной поддержки для разработчиков технологий и опытно-промышленных предприятий, вырабатывающих энергию при утилизации ТБО:

- отмена налогов на прибыль, НДС, снижение налогов на зарплату для малого, среднего бизнеса и промышленных предприятий различных форм собственности при выпуске наукоемкой продукции;
- компенсация государством налога на добавленную стоимость в случае приобретения оборудования, приоритетные коммерческие кредиты, гарантированная субсидия на продаваемую таким предприятиям электроэнергию и т. д.

Коммерциализация проектов создания этих установок позволит решить организационные проблемы перехода от опытно-промышленного производства к производству в промышленных масштабах наукоемких термических и электроплазменных установок утилизации ТБО.

Инструментарий комплексных эколого-экономических оценок энергетического потенциала инновационных технологий утилизации ТБО и база данных технического потенциала СФО в области утилизации ТБО — БД «Сибинновэйт» имеют универсальное значение и могут быть использованы для определения направлений их коммерциализации:

- в отраслях промышленности, энергетики и ЖКХ для выбора инновационных технологий утилизации техногенных отходов;
- в государственных и муниципальных органах управления при разработке стратегии утилизации техногенных отходов и охраны окружающей среды городских агломераций.

*Список использованных источников*

1. Т. В. Боравская, Б. В. Боравский, Л. П. Ветошкина и др. Европейский опыт обращения с отходами производства и потребления. М.: Торгово-промышленная палата РФ, 2010.
2. С. В. Анахов, Ю. А. Пыкин. Системные принципы в решении задач экологической безопасности с применением электроплазменных технологий/Ред. кол.: А. М. Гополюцкий, В. Н. Коротаев, Е. И. Пупырев//Сборник докладов конферен-

- ции Международной ассоциации по твердым отходам (ISWA) «Твердые бытовые отходы: системы управления и технические решения», Москва, 28-29.05.2013. М.: Фирма СИБИКО Интернэшнл, 2013. Сессия 3. 1 эл. опт. диск (CD-ROM).
3. Исследования и разработки Сибирского отделения Российской академии наук в области энергоэффективных технологий. Ин-т теплофизики СО РАН. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2009. (Интеграционные проекты СО РАН; вып. 20.)
  4. В. С. Чердниченко, А. С. Аньшаков, М. Г. Кузьмин. Плазменные электротехнологические установки. Новосибирск: ИГТУ, 2005.
  5. В. А. Остапенко, В. А. Шаповалов, В. П. Будянов и др. Мусоропереработка на основе метода высокотемпературного пиролиза//Вестник Новосибирского отделения Петровской Акад. наук и искусств, № 5. Новосибирск: ПАНИ, 1999.
  6. С. В. Алексеенко, А. С. Басин. Универсальная технология использования твердых бытовых отходов в качестве нетрадиционного топлива//Энергосбережение, № 4, 2004.
  7. Г. И. Багрянцев, С. П. Ващенко, В. П. Лукашов, А. Н. Тимошевский. Плазмотермическая переработка твердых отходов// Генерация низкотемпературной плазмы и плазменные технологии: Проблемы и перспективы. Новосибирск: Наука, 2004.
  8. С. В. Анахов, Ю. А. Пыкин. Плазмотроны: проблема акустической безопасности. Екатеринбург: РИО УрО РАН, 2012.
  9. Ю. А. Пыкин, С. В. Анахов. Факторы снижения шумов при работе плазменного оборудования//Технология машиностроения, № 7, 2008.
  10. В. М. Малахов, Г. И. Багрянцев, Е. Н. Гришин и др. Технологические решения в проекте Бердского опытного мусороперерабатывающего завода//Очистка и обезвреживание дымовых газов из установок, сжигающих отходы и мусор: сб. науч.-техн. ст. Новосибирск: Ин-т теплофизики СО РАН, 1999.
  11. С. В. Алексеенко, Л. Н. Перепечко, А. Н. Тугов. Утилизация твердых бытовых отходов в Новосибирской области: научно-технические разработки и современное состояние//Вестник НГУ, серия: социально-экономические науки, т. 13, вып. 4, 2013.
  12. С. М. Шахрай, П. Л. Виленский, В. В. Косов, В. Н. Лившиц, С. А. Смоляк, А. Г. Шахназаров. Системная оценка эффективности инвестиционных (инновационных) проектов. М.: НИИ СП, 2010.
  13. Временная методика определения предотвращенного экологического ущерба. Разработана Государственным комитетом Российской Федерации по охране окружающей среды в 1999 г. <http://www.waste.ru/uploads/library/usherb.pdf>.
  14. Гигиенические нормативы: Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе. <http://www.dioxin.ru/doc/gn2.1.6.1338-03.htm>.
  15. А. В. Соколов, А. А. Чулок, В. Р. Месропян, С. А. Шашнов. Формирование национальной системы технологического прогнозирования: проблемы и перспективы//Инновации, № 12, 2013.
  16. Свидетельство о государственной регистрации базы данных «InnoWaste», № 2013621345 от 14.10.2013 г. Авторы: А. С. Аньшаков, Л. Н. Перепечко, Н. И. Пляскина, И. А. Шарина, В. Н. Харитонова, И. В. Аверина.
  17. Сайт Департамента по тарифам Новосибирской области. <http://www.tarif.nso.ru/dejanelnost/tarif/tbo/Pages/default.aspx>.

## **Plasma technology of solid waste disposal: the promotion of innovation in the market**

**N. I. Plyaskina, V. N. Kharitonova**, Institute of Economics and Industrial Engineering SB RAS.

The paper discusses the innovative ways of solving the problems of energy and resources, combined with environmental concerns disposal of solid waste. Analysis of the situation presented to the accumulation and disposal of anthropogenic waste and discusses the benefits of using innovative technologies elektroplazmennyyh MSW incineration, developed at the Institute of Thermophysics SB RAS. The methodical approach to the construction of ecological-economic assessments of public performance of the innovative project, the formation mechanisms of state support technology innovation project elektroplazmennoy disposal of solid waste, using the methodology of foresight studies.

Presents a comprehensive ecological and economic evaluation of the project creation process plasma incineration of municipal solid waste and obtaining useful energy at the Novosibirsk region. Shown that government expenditures aimed at supporting innovative technology, pay off the expected benefits of energy conservation, as well as environmental and social effects of its introduction. Makes recommendations to improve the efficiency of transfer of innovative technologies of waste utilization in the real sector of the economy.

**Keywords:** elektroplazmennaya innovative technology, energypotential, pollutant emissions, solidwastemanagement, foresight research, public performance of the project, social and environmental effects, commercialization.