

## Опыт повторного использования отходов в Эстонии, Финляндии и Швеции

19-22 ноября 2018 года представители органов государственного управления и предприятий строительного комплекса Беларуси приняли участие в международной стажировке по теме «Европейский опыт организации сбора твердых коммунальных отходов (ТКО), современные технологии и оборудование их переработки для получения вторичных материальных ресурсов и RDF-топлива».

Визит был организован Международным информационно-аналитическим центром республиканского строительного комплекса ГП «Институт жилища - НИПТИС им. Атаева С.С.» Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь.

**Раздельный сбор и использование отходов в Эстонии**

После домашней сортировки пластика, стекла, бумаги и биоразлагаемых отходов в Эстонии образуется более 300 тыс. тонн смешанных бытовых отходов в год. Энергетическая ценность появляющегося в жилых домах бытового мусора в Эстонии сравнима со сланцем и древесной щепой: 8-10 МДж/кг у сланца и 8-14 МДж/кг у бытового мусора.

В 2013 году концерн «Eesti Energia» начал использовать мусор для производства энергии на электростанции Иру, где был построен современный блок совместного производства электрической и тепловой энергии, работающий на бытовых отходах. Участники международной стажировки посетили ТЭЦ «Enefit Green» в микрорайоне Иру г. Таллина.

Сегодня на мусоросжигающем блоке электростанции Иру, где работает 39 человек, перерабатывается около половины всех смешанных бытовых отходов, образующихся в Эстонии. Тепловая мощность

мусоросжигающего блока составляет 50 МВт, электрическая — 17 МВт. Для производства такого же

количества энергии необходимо примерно 250 тыс. тонн сланца, или 250 тыс. тонн древесной щепы.

После завершения строительства мусоросжигающего блока порядок обращения с мусором в Эстонии претерпел серьезные изменения в сторону прекращения масштабного складирования мусора на свалках. До 2011 года 70% образуемых отходов захоранивалось на 108 полигонах (сейчас их 5). Сегодня в Эстонии сортируется по видам около 33% бытовых отходов, в то время как в наиболее передовых странах ЕС - 55-60%, а остальная часть сжигается. Использование мусора для производства энергии не конкурирует с его домашней сортировкой.

Используя мусор для производства энергии, принадлежащая «Enefit Green» электростанция Иру производит около 134 млн кВт ч электроэнергии в год, что соответствует потреблению электричества городом Пайде и его окрестностями, с экономией 70 млн кубометров природного газа в год. Произведенную из мусора тепловую энергию «Enefit Green» передает по тепловым сетям жителям Таллина и Маарду. Доля мусоросжигающего блока Иру на рынке тепла составляет примерно 20%. Произведенная из отходов тепловая энергия на 25% дешевле, чем энергия, произведенная из природного газа.

Работая на полную мощность, мусоросжигающий блок Иру в среднем сжигает 31 тонну смешанных бытовых отходов в час. Такое количество мусора за год возникает примерно в 70 средних эстонских домохозяйствах. В сутки станция сжигает в среднем 720 тонн мусора.

**Прием мусора и обращение с ним**

Мусоросжигающий энергоблок в среднем принимает 80 мусоровозов в день. На станции мусор не сортируется, т.к. техническое решение мусоросжигающей электростанции не требует предварительного измельчения или просеивания отходов. Содержимое заезжающих на территорию энергоблока

машин контролируется детектором радиоактивных веществ и взвешивается на автоматических весах. Транспорт взвешивается и при выезде с территории.

Отходы выгружаются в бункер в закрытом помещении приемки. В помещении приема мусора, как и в бункере отходов, давление воздуха постоянно понижено, что исключает появление неприятного запаха и пыли за пределами здания. В бункере отходов работают два грейферных крана, которые смешивают мусор в массу с максимально однородной энергетической ценностью и подают ее в котел. Процесс контролируется и управляется из центра управления.

### **Технология сжигания мусора**

Технология сжигания мусора, которая используется на электростанции Иру, подходит для сжигания разных типов отходов и обеспечивает их эффективное, экологичное и безопасное сжигание. Решетка сжигания движется под углом в 26 градусов. Шаг и скорость движущихся частей можно регулировать для того, чтобы обеспечить эффективную и безопасную температуру сжигания, оптимальную скорость горения и полное сгорание. Используемая в мусоросжигающем блоке технология не требует водного охлаждения даже в случае с отходами, имеющими очень высокую теплотворность.

При помощи тепла, высвобождающегося в процессе горения, производится перегретый пар, который направляется в паровую турбину для производства электрической энергии при помощи турбогенератора. Тепло, которое остается после прохождения паровой турбины, через теплообменник отправляется в тепловую сеть.

### **Очищение дымовых газов**

На мусоросжигающем блоке особенно серьезное внимание уделяется очищению дымовых газов, образующихся в процессе сжигания. Соответствие дымовых газов экологическим требованиям обеспечивают процесс полусухой очистки дымовых газов и постоянный мониторинг. Из 105 млн евро, инвестированных в строительство мусоросжигающего энергоблока Иру, примерно треть суммы составила стоимость устройств очистки дымовых газов.

Дымовые газы очищаются в реакторе, где для этого применяются разные реагенты. Реактивы добавляются в реактор при помощи распылителя, за счет чего обеспечивается необходимый контакт дымовых газов с химикатами. Появляющиеся в процессе сжигания мусора диоксины, тяжелые металлы и прочие вещества нейтрализуются активированным углем после очистительного реактора. Также после очистки в реакторе дымовые газы проходят через тканевые фильтры, которые задерживают пыль и твердые частицы.

Оценка воздействия на окружающую среду показала, что мусоросжигающий энергоблок никак не влияет на уровень загрязнения окрестностей электростанции Иру. Возможные дополнительные выбросы составляют менее 1%, причем без учета вывода из эксплуатации прежних мощностей электростанции Иру.

Превышение норм по выбросам в атмосферу также исключается за счет современной системы онлайн-мониторинга. Эта система обеспечивает соответствие выбросов мусоросжигающего блока жестким экологическим требованиям, а в противном случае может остановить работу станции. Данные мусоросжигающего энергоблока доступны в любой момент времени и контролируются госнадзором.

Благодаря эффективным устройствам очистки дымовых газов, влияние мусоросжигающего энергоблока на окружающую среду ниже, чем у находящейся по соседству когенерационной установки, работающей на биотопливе, грузовиков, проезжающих по Нарвскому шоссе, и пары десятков частных домов с печным отоплением.

На электростанцию Иру для сжигания также привозят отходы из Ирландии и Нидерландов (по тарифу 40 евро за тонну), в то время как часть опасных отходов направляется по договору на сжигание в Финляндию. Стоимость утилизации 1 тонны отходов в Эстонии составляет 35-40 евро. В условиях ежемесячной оплаты коммунальных услуг одним домохозяйством в размере около 150 евро доля утилизации мусора в этой сумме составляет около 4-5 евро, что, по мнению представителей Enefit Green,

неэффективно (для сравнения: оплата электроэнергии населением составляет 17 евроцентов за кВт ч). После сжигания отходов образуется зола в размере 5% от общего объема, цена утилизации 1 тонны которой приравнена к утилизации 1 тонны отходов.

При свободной рыночной цене электроэнергии 45 евро/МВтч электростанция Иру продает электроэнергию по 28 евро/МВт ч, а тепловую энергию - по 23 евро/МВт ч. В условиях наличия избыточных мощностей энергоснабжения Таллина, 50% которых находится в резерве, мусоросжигающий энергоблок работает в базовом режиме с коэффициентом использования установленной мощности более 8100 часов в году, государство субсидирует получение энергии при сжигании отходов на ТЭЦ первые 12 лет в размере 32 евро/МВт ч.

Кроме стимулов по субсидированию энергии, получаемой из возобновляемого топлива (включая биоотходы), в виде права заключения договоров на поставку тепловой энергии первые 12 лет для владельцев установок возобновляемых источников энергии и заводов, использующих отходы, приоритетного применения к ним законодательства по управлению отходами, в Эстонии действует экологический налог на захоронение отходов на полигонах (с 2011 по 2015 год данный налог вырос с 14,5 до 30 евро за тонну).

19 ноября группа белорусских экспертов посетила ООО «Полигон Таллина» (Таллинский центр по переработке отходов). На «Полигоне Таллина» площадью в 67 Га, созданном в 1998 году, осуществляется управление муниципальными отходами в соответствии с природоохранными требованиями ЕС и утилизируется 60-80 тыс. тонн отходов в год. Остальные образующиеся отходы сжигаются на электростанции Иру. Полигон Таллина будет функционировать до 2040 года, и последующие 20 лет из него будет извлекаться свалочный газ с проведением экологического мониторинга.

В настоящее время на территории полигона работает установка по извлечению свалочного газа и получению биогаза установленной мощностью 1,9

МВт. Однако ввиду уменьшения биологической фракции и наличия внутри полигона большого количества строительных отходов, захоранивавшихся ранее, установка работает на пониженной мощности 1,1 МВт, продавая электроэнергию с поддержкой государства на электроэнергетический рынок.

На полигоне организовано производство RDF-топлива из поступающих сюда отсортированных ТКО, за прием 1 тонны которых предприятие берет плату в размере 40 евро. RDF-топливо отправляется на цементный завод для сжигания при производстве клинкера.

Установка по сортировке биологической фракции отсутствует. Упакованные после сортировки в домашних хозяйствах и доставленные на «Полигон Таллина» биологические отходы содержатся отдельно и смешиваются с измельченными на специальной дробилке древесными строительными отходами. Данная смесь хранится порядка шести месяцев, в результате чего образуется сапрпель, который можно использовать в качестве удобрения в сельском хозяйстве, почвы для посадки цветов, а также настила футбольных полей.

Отдельно хранится зола, образованная от сжигания отходов, которая по опыту Германии планируется к утилизации в строительной отрасли (например, при строительстве дорог) и которую разрыхляют специальным экскаватором для предотвращения ее затвердевания. Металлический лом извлекается и поставляется на металлолитейные предприятия.

При посещении компании «Heidelberg-Cement group», в состав которой входит около 30 тысяч заводов в 60 странах и которая специализируется на поставке бетона (более 100 млн тонн/год) и производстве щебня (более 300 млн тонн/год), представитель компании уточнил различия в значении терминов: RDF — refuse-derived fuel, извлеченное из отходов топливо — употребляется в Республике Беларусь; SRF — solid recovered fuel, твердое восстановленное топливо, используется в странах ЕС.

SRF — это размельченное до размера банковской карты сертифицированное твердое топливо из

бытовых отходов, упаковываемое в тюки для доставки потребителю или непосредственно сжигаемое вблизи его производства. 2 тонны SRF–топлива заменяют 1 тонну угля. Наличие пластмасс в SRF–топливе повышает его калорийность до 20 МДж/кг, а без пластика его теплотворная способность уменьшается до 8 МДж/кг. Данное топливо легко воспламеняется, поэтому требует особого режима хранения, для чего необходимо проводить дальнейшие научные исследования по нахождению оптимального давления внутри SRF–упаковки.

Использование SRF–топлива, производимого из биологических отходов, остатков смешанных и однородных потоков отходов, для получения энергии является ключевым компонентом интегрированной концепции управления отходами в Финляндии и Швеции. Успешное применение SRF–топлива на электростанциях и в промышленных печах требует полного понимания его свойств, включая характер сгорания, возможные выбросы, воздействие на промышленную установку, для чего в ЕС разработаны отдельные стандарты. Эти стандарты позволяют поддерживать свободную торговлю SRF–топливом на внутреннем рынке ЕС.

Основопологающим в этой области явилось создание 13 марта 2002 года технического комитета ЕС CEN/TC 343, который возглавила Финская организация стандартизации. В компетенцию комитета входит разработка стандартов, технических спецификаций и технических отчетов по SRF-топливу, образованному из неопасных отходов для получения энергии на мусоросжигающих заводах.

Европейская природоохранная и энергетическая политика связана с внедрением мер по повторному использованию коммунальных отходов, а также получению из них энергии, включая биомассу, что соответствует целям Парижского соглашения по климату.

Полное выполнение директивы ЕС по захоронению отходов значительно снизит объем вывоза на полигоны отходов, из которых можно получить энергию. В Европе не хватает мощностей для выполнения целей директивы по

минимальному захоронению отходов на полигонах. Одним из вариантов решения проблемы является извлечение из отходов топлива для производства электрической и тепловой энергии или его использования при производстве специальных материалов/продукции, как например производство клинкера в цементной отрасли. В Эстонии считают, что необходимо развивать рынок SRF-топлива с выдачей специальных разрешений для работы на нем.

От отдельного сбора и сжигания отходов в Эстонии к высококачественному производству SRF топлива в Финляндии 20 и 21 ноября 2018 года представители Беларуси посетили компанию «Set Clean Tech» в Хельсинки и компанию «BMH TECHNOLOGY» в г. Раума.

Здесь им была представлена финская технология Tyrannosaurus по сортировке и переработке отходов в высококачественное SRF-топливо. На одной автоматической производственной линии могут перерабатываться до 1200 тонн твердых коммунальных отходов (с содержанием пищевых отходов до 25% и влажностью SRF-топлива не выше 17%), или 600 тонн промышленных отходов/автомобильных шин в день.

Например, из 300 тонн ТКО образуется 200 тонн SRF-топлива (65-70%), из которого с использованием инсинератора или газификатора кипящего слоя с удержанием выбрасываемых дымовых газов при температуре 800-900°C в течение 3 секунд вырабатывается 20 МВт-ч электроэнергии.

После сортировки и производства топлива доля захораниваемой золы на полигонах ТКО составляет около 10%. Половину этого объема составляет инертная зола, образуемая от сжигания в бойлере (5%), еще столько же - зола с фильтров (5%). Согласно «Set Clean Tech» при сжигании SRF-топлива выбросы CO<sub>g</sub> в 5 раз ниже по сравнению со сжиганием угля. Сжигание и газификация SRF-топлива в котлах кипящего слоя гарантирует контролируемо низкие выбросы фу-ранов и диоксинов, исключает их повторное образование.

Теплотворная способность стандартного SRF-топлива такая же, как и угля (15-25 МДж/кг), но выбросы

углекислого газа при его использовании для энергогенерации составляют всего лишь 1/5. Основная причина такого преимущества SRF-топлива - в незначительном количестве хлора и серы. Произведенное по технологии Tyrannosaurus SRF-топливо является местным, чистым, стандартизированным, высококалорийным топливом и может быть использовано в котлах различных энергетических установок, на цементных заводах, а также в других промышленных процессах. В качестве сырья пригодны любые горючие отходы: ТКО, промышленные отходы, текстиль, б/у автомобильные шины, мешки-контейнеры, пленка, пластик, макулатура и др.

### **Процесс предварительной обработки ТКО**

Процесс предварительной обработки отходов начинается с подачи ТКО на первичный измельчитель Tyrannosaurus. Первичный измельчитель специально спроектирован для измельчения ТКО до размера около 300 мм и для разрывания полиэтиленовых пакетов с мусором. После первичного измельчителя мокрая органика и некоторые инертные и прочие материалы разделяются при помощи высокопроизводительного барабанного грохота. После грохота может применяться ручная линия сортировки для извлечения из ТКО вторичного сырья (пластмассы, металлов, картона, стекла). Фракции с более высокой теплотворной способностью и некоторые виды вторичного сырья подаются далее по линии сортировки и производства SRF-топлива. Размер горючей части 300 мм является приемлемым для сжигания в котлах с колосниковой решеткой. В этом случае первичный измельчитель может быть основным измельчителем.

К преимуществам технологии Tyrannosaurus относятся:

- автоматическая, высокоэффективная сортировка ТКО без отдельного сбора;
- извлечение ценного вторичного сырья: металлов, стекла, пластика;
- отделение опасных фракций: ПВХ (хлор), элементы питания и др.;
- отсеивание негорючих фракций: уличный смет, земля, камни, песок и др.;

- отделение опасных фракций: ПВХ (хлор), элементы питания и т.п.

### **Процесс производства SRF-топлива**

Процесс производства SRF-топлива начинается с подачи предварительно обработанного сырья. Подающее устройство автоматизировано для оптимальной работы с измельчителем Tyrannosaurus. Если в измельчитель попадает слишком большое количество сырья, то устройство подачи автоматически замедляется, позволяя производственной линии всегда работать на оптимальной мощности.

Измельчитель весит до 90 тонн, изготовлен из сплошной стальной рамы (60 мм) и способен работать без остановки.

Система «MIPS» (Massive Impact Protection System) гарантирует непрерывность процесса даже при попадании в шредер крупногабаритного сырья. В таком случае измельчитель Tyrannosaurus автоматически выбрасывает большие куски сырья (металл, камни, автомоторы и механизмы и т.п.), которые нельзя измельчить, в специальный бункер и продолжает непрерывное измельчение. При максимальной производительности измельчитель может уменьшить размер частиц сырья до 75 мм за один этап измельчения. Черные металлы отделяются автоматически подвесными магнитными сепараторами. Затем сырье сбрасывается на ленточный конвейер и направляется в грохот для тонкой фракции, где отсортировывается мелкая фракция (песок, камешки, органика, мелкие куски стекла, керамики и проч.).

Далее сырье попадает в вихревой сепаратор, где удаляются немагнитные, но проводящие металлы, такие как алюминий, медь и др.

Воздушный сепаратор — завершающий этап процесса подготовки SRF-топлива. Воздушный сепаратор разделяет поток сырья на две части: 1) легкая топливная часть (бумага, картон, ткани и пластиковые пленки); 2) тяжелая часть (возможные остатки органических отходов, тяжелый пластик ПВХ и проч.), стекло, металлы, камни, керамика ит.д.

Весь процесс подготовки топлива контролируется в режиме онлайн, что

позволяет производить оптимальное топливо для конечного потребителя.

### **Система залоговой стоимости пластиковых и стеклянных бутылок, жестяных банок в Финляндии**

В Финляндии в стоимость пластиковых и стеклянных бутылок, а также жестяных банок входит залоговая стоимость, т.е. покупая напиток, вы оплачиваете и залог за тару. Сумма залога за тару указывается в кассовом чеке при покупке.

Сдаваемая в гипермаркетах тара не должна быть повреждена, автомат прокручивает ее для считывания штрих-кода, после чего сам сортирует. По мере приема тары на ЖК дисплее высвечиваются количество сданных бутылок (баночек) и соответствующая сумма в евроцентах в чеке, получаемом из автомата. По полученному из автомата по приему использованных бутылок (банок) чеку можно оплатить покупки или получить наличные деньги.

Возвратные суммы следующие:

за пластиковую бутылку, в зависимости от ее вместимости, объем 0,35 л и менее: €0,10;

более 0,35 л, но менее, чем 1 л: €0,20;

1 л и более: €0,40;

за стеклянную бутылку вне зависимости от ее типа: €0,10;

за жестяную банку: €0,15.

Возвратная стоимость применяется только к таре, купленной на территории Финляндии, однако автомат примет и другую тару, отправив ее на переработку.

### **От технологии Tyrannosaurus к проживанию в «умных» кварталах в Швеции**

22 ноября в информационном центре GlashusEtt в районе Хаммарбю Шестада города Стокгольма нам был представлен реализуемый в Швеции проект по созданию жилого квартала согласно концепции «Сим-био-сити». Концепция «Симбио-сити» подразумевает комфортный для жизни город, построенный на основе «зеленых» стандартов, где эффективно используются городские природные ресурсы и реализуется взаимодействие различных городских систем и технологий: комбинированное производство энергии, управление

отходами и му-соросжигание, энергоэффективное водоснабжение и канализация, транспортные системы, планирование местности, «зеленая» архитектура.

Градостроительная модель квартала Хаммарбю стала инструментом экологически дружественного развития городов по всему миру и начала реализовываться, в частности, в России, Великобритании, Китае и Беларуси. Ранее Хаммарбю Шестада был старой промзоной, неэффективно используемой и загрязненной. В 1997 году, стремясь добиться проведения Олимпийских игр 2024 года в Стокгольме, все политические партии, представленные в городском совете, пришли к соглашению сделать эту территорию образцом экологически устойчивого городского развития. Сегодня в данном районе находится 13 тыс. квартир, в которых проживает 30 тыс. человек, 20 тыс. человек работает. Проект будет завершен в 2020 году.

Цель проекта — наполовину сократить воздействие на окружающую среду в этом районе по сравнению с другими жилыми застройками 1990-х, вдвое улучшить качество городской среды. Показатель экологической устойчивости нового района оценивается на 30-40% выше, чем для типовых жилых застроек, и на 75% обеспечиваются конструкцией зданий и архитектурой. Оставшиеся 25% должны стать делом рук самих жителей.

Согласно одной из поставленных целей, сами жители должны содействовать производству 50% расходуемой ими энергии — за счет утилизации тепла сточных вод и бытовых отходов для целей отопления, кондиционирования и выработки электричества. Уже сейчас вся электроэнергия в этом районе сертифицирована как экологически чистая, и здесь испытываются новые топливные ячейки, солнечные элементы и солнечные панели. В отношении расхода воды, составляющего в среднем по Швеции 180 литров в сутки, принята цель сократить его вдвое. Добиться этого помогают, в частности, насадки, устанавливаемые на всех кранах и уменьшающие расход воды за счет подмешивания к ней воздуха.

Что касается переработки отходов, то все отходы сортируются и значительная

их часть утилизируется или используется для производства энергии. Высокотехнологическая компания Envac, специализирующаяся в области управления отходами, разработала специальную систему подземных трубопроводов диаметром 1 м для вакуумной транспортировки отходов на расстояние 2 км, где находятся контейнер-сборники. На основе новых очистных технологий построен местный мусороперерабатывающий завод.

По мнению местных жителей, проживание в Хаммарбю имеет ряд преимуществ: здесь много простора и зелени, по району нет движения транспорта, он безопасен для детей и в то же время имеет хорошую связь с центром города. Жить в «Симбио-сити» вовсе не значит дорого платить, так как с учетом площади квартир в Хаммарбю жить здесь дешевле, чем в центре.

По опыту Эстонии, Финляндии, Швеции в Республике Беларусь необходимо создать условия для отдельного сбора твердых и пищевых отходов от домохозяйств, систему залоговой стоимости пластиковых и стеклянных бутылок, жестяных банок с возможностью сдачи их населением в установленных пунктах и проведением масштабной кампании по информированию общественности.

По опыту Эстонии и Финляндии в Республике Беларусь будет целесообразным создание системы государственной поддержки получения электрической и тепловой энергии в комплексах мусоросжигающих заводов и производства RDF-топлива с учетом существующих в республике затрат на захоронение 1 тонны ТКО в размере около 3 евро (в Эстонии эти затраты составляют 40 евро, в Финляндии для промышленных отходов - 80 евро).

RDF-топливо целесообразно использовать в цементной промышленности и котельном хозяйстве, при этом следует рассматривать Минск как сырьевую зону производства RDF-топлива, где ежегодно образуется около 1,1 млн тонн ТКО.

Переработка отходов с получением электрической и тепловой энергии способна решить целый ряд проблем,

связанных с утилизацией строительных и коммунальных отходов в городах-миллионниках, а также повысить энергообеспеченность малых населенных пунктов. Кроме того, благодаря глубокой сортировке отходов, возможно извлечение дорогостоящего вторичного сырья: пластмассы, металлов, бумаги, стекла, картона и др.

В результате глубокой сортировки и переработки отходов в электрическую и тепловую энергию по современным технологиям на захоронение на полигонах остается не более 10% от общего объема образующихся ТКО. Это улучшает экологическую ситуацию, уменьшает количество захоронений и опасных для жизни выбросов, а также значительно экономит использование ископаемых видов топлива (газ, уголь).

По информации «Set Clean Tech», оборудование Tyrannosaurus для переработки и утилизации строительных и коммунальных отходов Минска объемом 500 тыс. тонн/год оценивается в 177 млн евро: это три линии предварительной обработки несортированных ТКО и автоматической сортировки и производства высококачественного SRF-топлива (27 млн евро), а также котел по сжиганию SRF-топлива (150 млн евро).

Техническое обслуживание шредера, включая ежемесячную замену ножей из специального сплава (140 штук), составляет 50 тыс. евро в год.

Актуальной задачей для Республики Беларусь является обеспечение здоровой и пригодной для жизни городской среды в условиях роста городского населения при одновременном снижении экологической нагрузки.

В настоящее время назрела необходимость развивать городские районы таким образом, чтобы это позволило экономить ресурсы, в том числе за счет внедрения принципов экономики замкнутого цикла и привлечения инвестиций в такие сферы, как переработка мусора с получением экологически чистой энергии, озеленение городов и градостроительство, городская мобильность (использование электромобилей, велосипедов), охрана и рациональное использование водных

ресурсов, сокращение выбросов парниковых газов в атмосферу.

Минприроды в сотрудничестве с ПРООН и Европейской комиссией, Брестским городским исполнительным комитетом целесообразно продолжить начатую работу по адаптации шведских подходов «Симбио-сити» в Бресте.

При проектировании новых жилых кварталов целесообразна реализация

пилотного проекта с использованием опыта Швеции по управлению ТКО, включая создание условий для их отдельного сбора, систем подземных трубопроводов с вакуумной транспортировкой отходов.

В. Н. ШЕВЧЕНОК

**Источник:** Энергоэффективность. – 2019. – № 1. – С. 22-27.