

Интернет-журнал «Отходы и ресурсы» <https://resources.today>
Russian Journal of Resources, Conservation and Recycling

2022, №1 Том 9 / 2022, No 1, Vol 9 <https://resources.today/issue-1-2022.html>

URL статьи: <https://resources.today/PDF/11ECOR122.pdf>

DOI: 10.15862/11ECOR122 (<https://doi.org/10.15862/11ECOR122>)

Ссылка для цитирования этой статьи:

Гладун, И. В. Образование текстильных отходов в Сахалинской области: кластерный подход сбора и обработки / И. В. Гладун, О. А. Мищенко, Т. Д. Алексеева // Отходы и ресурсы. — 2022. — Т. 9. — № 1. — URL: <https://mir-nauki.com/PDF/11ECOR122.pdf> DOI: 10.15862/11ECOR122

For citation:

Gladun I.V., Mishchenko O.A., Alekseeva T.D. Textile waste generation in the Sakhalin Region: cluster approach of collection and processing. *Russian Journal of Resources, Conservation and Recycling*, 9(1): 11ECOR122. Available at: <https://mir-nauki.com/PDF/11ECOR122.pdf>. (In Russ., abstract in Eng.). DOI: 10.15862/11ECOR122

Гладун Игорь Владимирович

ФГБОУ ВО «Тихоокеанский государственный университет», Хабаровск, Россия
Доцент кафедры «Экология, ресурсопользование и безопасности жизнедеятельности»

Кандидат биологических наук, доцент

E-mail: 006209@pnu.edu.ru

РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=91054

Мищенко Ольга Алексеевна

ФГБОУ ВО «Тихоокеанский государственный университет», Хабаровск, Россия
Доцент кафедры «Экология, ресурсопользование и безопасности жизнедеятельности»

Кандидат технических наук, доцент

E-mail: 004907@pnu.edu.ru

РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=1012888

Алексеева Татьяна Дмитриевна

ФГБОУ ВО «Тихоокеанский государственный университет», Хабаровск, Россия
Бакалавр кафедры «Экология, ресурсопользование и безопасность жизнедеятельности»

E-mail: 2015104938@pnu.edu.ru

Образование текстильных отходов в Сахалинской области: кластерный подход сбора и обработки

Аннотация. В работе авторами рассмотрены концептуальные вопросы создания эффективной региональной модели управления текстильными отходами на территории Сахалинской области. Проведен аналитический обзор и анализ сложившейся ситуации по обращению с текстильными отходами, образующимися в результате как жизнедеятельности человека, так и в процессе производственной деятельности предприятий и организаций. В области ежегодно образуется около 300 тыс. тонн твердых коммунальных отходов (ТКО). Практически весь указанный объем в дальнейшем размещается на полигонах ТКО, и только 0,24 % утилизируется или обезвреживается. На сегодняшний день остро стоит проблема недостаточной вторичной переработки, в том числе и текстильных отходов, которые практически не вовлекаются в повторный хозяйственный оборот. Это связано как с отсутствием необходимой инфраструктуры, так и специализированных предприятий. Сейчас на территории Сахалинской области нет единой системы сбора, обработки и утилизации текстильных отходов, образующихся у населения и в производственных технологических циклах. Созданию системы сбора и обработки отходов текстиля на территории области препятствует отсутствие

достоверной статистической информации об объемах образования данных отходов в муниципальных районах и городских округах. Особенностью системы обращения с отходами в Сахалинской области является островной характер территории (область располагается на островах), что обуславливает кластерный подход при формировании системы сбора и обработки отходов. Авторами проведена ориентировочная (экспертная и нормативная) оценка объемов образования текстильных отходов на территории Сахалинской области и предложены оптимальные пути совершенствования территориальной схемы обращения с отходами (включая ТКО), направленные на увеличение сбора и обработки текстильных отходов. Предложена концепция реформирования территориальной схемы обращения с твердыми бытовыми отходами в Сахалинской области, основанная на использовании кластерного подхода и позволяющая минимизировать экологические последствия за счет вовлечения отходов в хозяйственный оборот в качестве вторичных ресурсов для развивающихся в области территориально-производственных комплексов. Разделение муниципальных образований области на кластеры с выделением зон прямой транспортировки, перегруза и локальной утилизации ТКО даст возможность дифференцированного подхода к организации управления отходами.

Ключевые слова: твердые коммунальные отходы; текстильные отходы; региональная система управления отходами; Сахалинская область; сбор; сортировка; обработка; кластерный подход

Введение

Одной из задач, требующих решения на федеральном и региональном уровнях, является создание инновационной технико-экономической системы, позволяющей минимизировать количество захораниваемых отходов на полигонах ТКО, обеспечив максимальное вовлечение в хозяйственный оборот утилизируемых компонентов отходов в качестве вторичного сырья для изготовления новой продукции и получения энергии. Президент Российской Федерации Указом «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года»¹ определил необходимость создания в стране системы комплексного обращения с отходами производства и потребления, включающей индустрию обработки и утилизации муниципальных отходов.

В последние несколько десятилетий мировое производство текстильного волокна в мире неуклонно росло и в настоящее время превышает 64 млн т в год. Текстильная промышленность оказывает негативное влияние на все объекты окружающей среды, включая атмосферный воздух, почву и водные объекты. Некоторые исследователи считают, что в глобальном масштабе текстильная промышленность по объему загрязнения окружающей среды занимает второе место среди всех экономических отраслей [1]. Текстильные волокна применяются в сфере личного и общественного потребления (производство одежды, предметов домашнего обихода) и для промышленных нужд. Срок службы текстильных изделий варьируется от краткосрочного (например, одноразовые изделия, изготовленные из тканей с барьерными свойствами против COVID-19), среднесрочного (одежда, предметы домашнего обихода, обивка мебели и т. п.), до долгосрочного (например, строительный текстиль). Согласно исследованию С.А. Echeverria [2], в 2015 г. в мире было выброшено 92 млн т. отходов одежды, а в 2030 г. ожидается увеличение этого показателя до 148 млн т. По данным Американского агентства по

¹ О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года. Указ Президента РФ от 21.07.2020 № 474. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_357927/ (дата обращения: 20.03.2022).

охране окружающей среды каждый гражданин страны выбрасывает почти 31 кг одежды и текстиля в год. Только в США в 2007 году образовалось около 11,9 млн т текстильных отходов, что составляет 4,7 % от общего количества ТКО, образованного в стране [3].

В 2013 году в РФ приказом Минприроды России была утверждена «Комплексная стратегия обращения с ТКО в РФ»². В преамбуле Стратегии отмечалось, что ежегодно в России образуется около 70 млн т ТКО, в том числе около 4,2–8,4 млн текстильных отходов, большинство из которых являются импортированными текстильными изделиями, окончившими жизненный цикл. В хозяйственный оборот вовлекается только около 7–8 % собираемых ТКО, остальной их объем направляется на захоронение. Преобладание удаления ТКО посредством захоронения, и частое нарушение операторами полигонов (и свалок) экологических и санитарно-эпидемиологических требований ведет к ряду проблем, которые связаны с негативным воздействием на окружающую среду и среду обитания человека. Кроме того, безвозвратно теряются материальные и энергетические ресурсы, которые могли бы быть повторно использованы в различных секторах экономики России, в том числе в качестве вторичных материальных ресурсов.

Согласно данным представленным в исследовании G. Hole и A.S. Hole [4], глобальная переработка отходов текстиля в странах мира составляет всего около 13 %. Для сравнения — утилизация металлолома достигла в мире 73 %, отходов бумаги и картона — 58 %, стеклотары в отдельных странах — 90 %. По оценкам, выполненным S. Altun [5], создание системы сбора текстильных отходов в Турции позволит направить на рынок до 425 тыс. т вторичных ресурсов в год. По оценкам [6], использование вторичных текстильных отходов позволит 407 организациям Турции, специализирующимся на выпуске продукции, с годовым оборотом 24 млрд долл. [7], снизить производственные затраты на сырье и выпускать продукцию с высокой добавленной стоимостью. Возврат текстильных отходов в производство имеет особое значение для национальной макроэкономики: даже в ЕС эта сфера производства относится к малому бизнесу — в условиях нестабильных цен на природное сырье для текстильной промышленности функционирует 185 тыс. компаний, в которых работает 1,7 млн человек, причем компании со штатом менее 50 чел. составляют 90 % [6]. Более того, развитый сектор переработки текстиля может внести свой вклад в экономику замкнутого цикла: снижение потребностей природного сырья для текстильного производства позволит сократить использование воды, энергии и химикатов в производственной цепочке [8].

В настоящий момент на территории Сахалинской области отсутствует единая система сбора, обработки и утилизации текстильных отходов, образующихся в технологических циклах организаций социальной сферы и гостиничного бизнеса, а также входящих в состав твердых коммунальных отходов. Созданию системы сбора и обработки отходов текстиля на территории области препятствует недостаток достоверной статистической информации об объемах образования текстильных отходов в муниципальных районах и городских округах, что обусловлено слабым исполнением индивидуальными предпринимателями и юридическими лицами, осуществляющие деятельность в области обращения с ТКО, нормативного требования по ведению в установленном правительством России порядке учета переданных другим лицам или полученных от других лиц, а также размещенных текстильных отходов. На территории региона не осуществляют деятельность ведущие производители и крупные импортеры

² Приказ Минприроды России от 14.08.2013 № 298 "Об утверждении комплексной стратегии обращения с твердыми коммунальными (бытовыми) отходами в Российской Федерации". URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_151066/ (дата обращения: 20.03.2022).

текстильных изделий, имеющие обязательство по выполнению установленных Правительством России нормативов утилизации текстильных отходов³.

С целью выполнения целевых показателей, установленных Правительством России в области обработки и утилизации ТКО, правительство Сахалинской области постановлением от 08.11.2021 г. № 3.10-35-П разработало и утвердило территориальную схему (терсхема) обращения с отходами Сахалинской области (включая ТКО)⁴. Но данная терсхема не подразумевает создание комплексной подсистемы сбора, обработки и утилизации текстильных отходов, и целесообразность формирования такой подсистемы в рамках территориальной схемы обращения с ТКО на настоящий день оспаривается.

Цель исследования — обоснование необходимости создания комплексной подсистемы сбора, обработки и утилизации текстильных отходов в Сахалинской области для реализации ЦУР 12 «Обеспечение рациональных моделей потребления и производства», установленной Генассамблей ООН⁵. Для достижения поставленной цели была проанализирована утвержденная правительством Сахалинской области терсхема обращения с отходами; изучен международный опыт создания интегрированных подсистем управления текстильными отходами.

Методика исследования

Теоретическими основами данной работы послужили результаты исследований российских и зарубежных авторов в области создания систем управления отходами на межмуниципальном уровне, методологические принципы по формированию схем обращения с твердыми коммунальными отходами в регионах, характеризующихся кластерной моделью социально-экономического развития. В работе использован системный анализ научной литературы и статистических данных, нормативно-правовой и структурно-функциональный анализ территориальной схемы обращения с отходами Сахалинской области (включая ТКО), опросные методы.

Методической основой работы явились результаты исследований отечественных и зарубежных авторов по вопросам создания интегрированной системы управления муниципальными отходами, а также методологические принципы формирования схем обращения с ТКО в регионах, характеризующихся наличием труднодоступных и малонаселенных муниципальных образований.

Научная новизна полученных результатов заключается в определении условий создания на территории Сахалинской области подсистемы сбора и обработки текстильных отходов.

³ Об утверждении нормативов утилизации отходов от использования товаров на 2021 и 2022 год. Распоряжение Правительства РФ от 31.12.2020 № 3722-р (ред. от 29.12.2021) — Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс» (дата обращения: 18.02.2022).

⁴ Об утверждении территориальной схемы обращения с отходами, в том числе с твердыми коммунальными отходами, Сахалинской области: постановление Правительства Сахалинской области от 25.01.2016 № 21. URL: <https://gkh.admsakhalin.ru/?page=891&div> (дата обращения: 17.02.2022).

⁵ Цели в области устойчивого развития: URL: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/about/development-agenda/> (дата обращения: 17.02.2022).

Результаты и обсуждение

В российской текстильной промышленности в последнее десятилетие наблюдался стабильный рост производства основных видов тканей. Согласно анализу рынка тканей⁶, в 2016–2019 гг. продажи тканей в России выросли на 7,5 %: с 2,46 до 2,64 млрд м². В 2016–2020 гг. наибольшая доля продаж тканей в стране приходилась на синтетические и искусственные ткани — в среднем 54,4 %. На втором месте в структуре продаж тканей находились хлопчатобумажные ткани, на долю которых приходилось в среднем 42,3 % от совокупных продаж в 2016–2020 гг. Схожая динамика сокращения доли производства из натуральных тканей и увеличения доли производства синтетических и искусственных волокон наблюдалась и на мировом рынке [2].

Текстильные отходы производства и потребления представляют собой отходы, получаемые в процессе производства тканей волокна, нитей и прочих швейных изделий, а также в результате жизнедеятельности человека, работы предприятий и организаций (отходы одежды, постельного белья, обрезки тканей, цельные полотна утратившие свои свойства, протирачные ветоши, упаковки). В зависимости от видов применяемого при производстве сырья, текстильные отходы делятся на три основные группы [9]:

- на основе натурального сырья: шерсть, хлопок, лен, шелк;
- на основе химического сырья: искусственные и синтетические волокна и нити;
- на основе смешанного сырья: материалы, созданные на основе смеси натуральных и химических волокон.

Все текстильные отходы, образующиеся в процессе производства и потребления в России, согласно федеральному классификационному каталогу (ФККО) согласно приказу Росприроднадзора от 22.05.2017 № 242 (ред. от 02.11.2018) «Об утверждении Федерального классификационного каталога отходов» (с изм. и доп., вступ. в силу с 04.10.2021) относятся к подгруппам «отходы производства текстильных изделий» (код 302000000000) и «текстиль и изделия текстильные, утратившие потребительские свойства» (код 402000000000).

Международный опыт показывает, что внедрение экономики замкнутого цикла способствует решению проблемы утилизации текстильных отходов. В основе модели экономики замкнутого цикла лежит принцип «5R», который определяет приоритеты в порядке убывания в отношении потребления товаров (Refuse — отказывайся; Reduce — сокращай; Reuse — используй повторно; Recycle — перерабатывай; Rot — компостируй) [10; 11].

Во многих европейских и азиатских странах модель экономики замкнутого цикла в отношении отходов текстиля уже активно внедряется. В странах Европейского союза есть положительный опыт по организации системы сбора, обработки и утилизации текстильных отходов. По данным, приведенным в «European Sustainable Clothing Action Plan (LIFE ECAP)», до 90 тыс. т отходов одежды в год было перенаправлено с захоронения и сжигания на переработку, что позволило значительно уменьшить выбросы парниковых газов (до 1,6 млн т экв.-CO₂) и уменьшить расход воды (экономия до 588 млн м³) [1]. Согласно цели «Плана действий ЕС в области одежды»: необходимо сконцентрировать усилия на увеличении количества утилизируемых текстильных отходов от 540 тыс. т в 2020 г. до 700 тыс. т к 2030 г. Результатом выполнения этой цели будет значительное снижение воздействия на окружающую среду и переход к экономике замкнутого цикла в текстильной отрасли (рис. 1).

⁶ Анализ рынка тканей в России в 2016–2020 гг, прогноз на 2021–2025 гг. URL: https://businessstat.ru/images/demo/fabrics_russia_demo_businessstat.pdf (дата обращения: 15.02.2022).

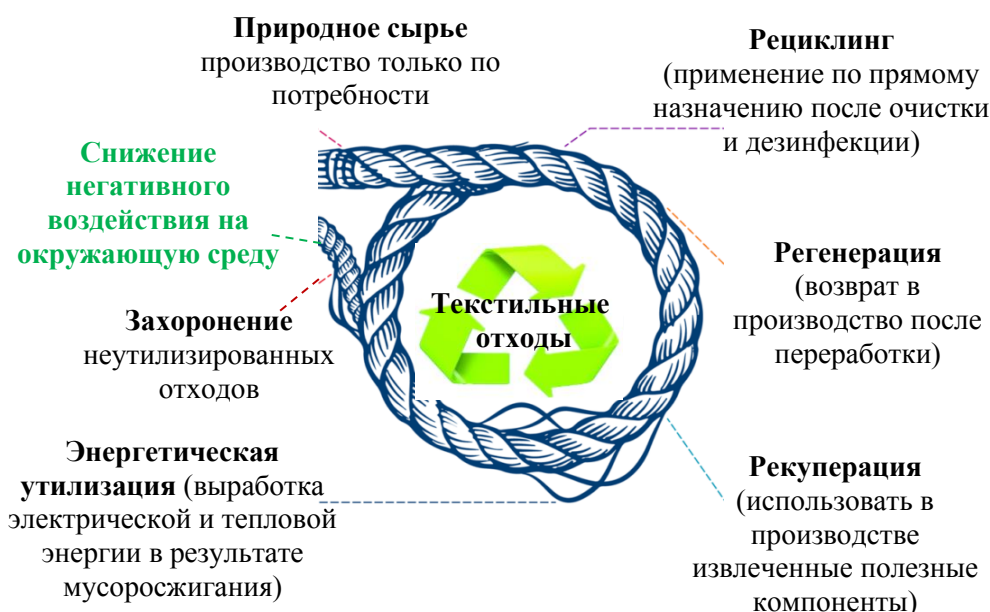


Рисунок 1. Подходы к обращению с текстильными отходами (составлено/разработано авторами)

Сахалинская область — единственный в России островной регион, на территории которого проживают 485,6 тыс. чел. (по состоянию на 01.01.21 г.), из которых 96 % — на острове Сахалин. Согласно административно-территориальному делению в области имеется 18 муниципальных образований. В городских поселениях проживает 82 %, причем большинство из них — в областном центре г. Южно-Сахалинск (около 199 тыс. чел.).

Для выполнения федеральных программных целей по вовлечению компонентов ТКО в экономику правительством Сахалинской области была утверждена «Комплексная система обращения с ТКО», в которой с учетом региональной специфики субъекта РФ были приняты целевые индикаторы утилизации: в 2024 г. 60 % ТКО должны проходить обработку; 100 % компонентов ТКО, собранных в результате обработки и отдельного сбора должны утилизироваться. Согласно информации, представленной в государственном докладе «О состоянии и об охране окружающей среды Сахалинской области в 2020 году», на территории региона было образовано около 260,4 тыс. т ТКО (при прогнозном значении образования в 2030 г. — 233,0 тыс. т)⁷.

Практически весь указанный объем муниципальных отходов в дальнейшем размещается на полигонах ТКО (санкционированных и несанкционированных свалках), и только 0,24 % указанного объема утилизируется и/или обезвреживается. Низкий процент утилизации обусловлен как отсутствием необходимой инфраструктуры, так и специализированных предприятий на территории области.

Основным показателем, определяющим пространственную структуру региональной модели обращения с ТКО, является количество образующихся муниципальных отходов. К сожалению, на настоящий момент в России на федеральном и региональном уровнях отсутствуют достоверные статистические данные об объемах образования ТКО. Подтверждением этому являются и данные об образовании ТКО в Сахалинской области, представленные на рисунке 2, по материалам правительства Сахалинской области⁷. На рисунке 4 показан сводный баланс образования и размещения (захоронение + хранение) ТКО в

⁷ Доклад о состоянии и об охране окружающей среды Сахалинской области в 2020 году / Министерство экологии Сахалинской области. — Южно-Сахалинск, ООО «Эйкон», 2021. — 179 с.

Сахалинской области в период 2016–2020 гг. Как видно из рисунка, фиксируемые государственными органами объемы годового образования изменяются от 152 тыс. до 520 тыс. т. Следовательно, применять эти данные в качестве проектных для создания системы обращения с ТКО не представляется возможным. Следует отметить, что независимо от величины фактического образования ТКО в области свыше 90 % образующихся в настоящее время на территории отходов направляются на захоронение. Следовательно, практически все образующиеся в регионе текстильные отходы, как компонент ТКО, размещаются на объектах захоронения (или хранения, под которыми обычно понимаются старые советские свалки, подлежащие рекультивации).

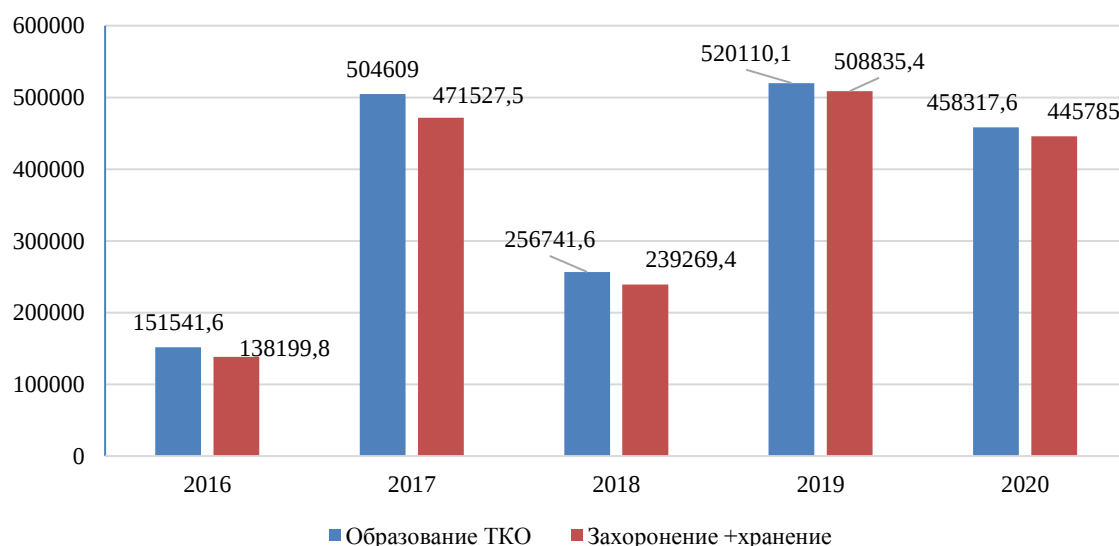


Рисунок 2. Сводный баланс количественных характеристик образования ТКО и их размещения в Сахалинской области за период 2016–2020 гг., тонн (составлено/разработано авторами)

Поскольку проблема отсутствия достоверной статистической информации в области обращения с ТКО в общем, и с текстильными отходами — в частности, характерна для Сахалинской области, то объемы образования ТКО можно определить только методом нормативной оценки, принимая во внимание численность населения и условия его проживания (многоквартирный дом или индивидуальное жилое строение).

При этом, необходимо принимать во внимание, что под воздействием ряда социально-экономических факторов (уровень дохода на члена семьи, величина урбанизации, образ жизни,

и привычки) морфологический состав ТКО может меняться со временем [12], что не учитывается органами регионального государственного управления в ходе преобразования отрасли обращения с отходами. Вероятно, с повышением уровня жизни населения Сахалинской области процентное содержание текстильных отходов в ТКО увеличится в 2 раза, если тенденция, обнаруженная в США [17], является достоверной. Известно, что к важным качественным характеристикам ТКО относится их морфологический (фракционный) состав. Детальные данные о морфологическом составе ТКО и динамике его изменения (в зависимости от времени года и категории населенного пункта — сельский или городской, доходов семьи, уровня образования и пр.) являются основной исходной информацией для оценки рекуператором рентабельности извлечения утильных фракций ТКО и определения экономической выгоды от использования ценных компонентов ТКО на последующих этапах технологических циклов, позволяющих получить востребованную на рынке продукцию из

вторсырья. Морфологический состав ТКО характеризует содержание составных частей, выраженное в процентах к общей массе. Основными составляющими ТКО являются бумага, пищевые отходы, полимерные материалы, стекло и др. Разовые исследования, выполненные в рамках обоснования проекта территориальной схемы обращения с отходами в Сахалинской области, показали, что содержание текстильных отходов в ТКО составляет 4,06–7,05 % [13]. В таблице 1 приведено среднее содержание текстильных отходов в ТКО, подготовленное в результате анализа научных (отечественных и зарубежных) публикаций.

Таблица 1
Содержание текстильных отходов в ТКО различных стран (городов) мира

Страна, регион, город	Процентное содержание, % по массе ТКО	Литературный источник
Российская Федерация	4,6–6,5	8
Российская Федерация	в северной климатической зоне 5–7	9
г. Калуга, РФ (2022 г.)	в осенний период — 5,3; в летний — 4,2	10
г. Петрозаводск, Республика Карелия (2018 г.)	в летний период — 4,06; в осенний период — 3	[14]
г. Москва и Московская область (2009 г.)	3–5	[15]
Ленинградская обл. (2009 г.)	4–6,21	[15]
Сахалинская область (2016 г.)	5,67–7,05	4
Нигерия (2018 г.)	1,6	[16]
г. Ноттингем, Англия (2016/2017 гг.)	5,8	[17]
г. Чунцин, КНР (2006 г.)	6,1	[18]
КНР (2015 г.)	5,7	[19]
США (2016 г.)	весной — 9,2; зимой — 18,15	[20]
г. Банког (Таиланд) (2007 г.)	4,7	[21]
Пакистан (2020 г.)	9	[22]
г. Астана, Казахстан (2019 г.)	3,4–3,7	[23; 24]
Румыния (2007 г.)	4,15	[25]
Болгария (2021 г.)	2,0–3,7	[26]

Составлено/разработано авторами

Результаты проведенного литературного анализа свидетельствуют, что среднее содержание отходов текстиля в ТКО можно принять 6,5 %⁸.

В таблице 2 представлены расчеты образования текстильных отходов в городских округах и муниципальных районах Сахалинской области, выполненные в соответствии с нормативами ТКО, установленными нормативным документам правительства Сахалинской области⁹.

⁸ Об утверждении информационно-технического справочника по наилучшим доступным технологиям «Утилизация и обезвреживание отходов (кроме обезвреживания термическим способом (сжигание отходов)): Приказ Росстандарта от 15 декабря 2016 г. № 1887. URL: https://www.gost.ru/portal/gost/home/activity/NDT/sprav_NDT_2016 (дата обращения: 20.02.2022).

⁹ Об утверждении нормативов накопления ТКО на территории Сахалинской области: приказом министерства ЖКХ Сахалинской области от 29.10.2021 г. № 310-34-П. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/6501202110290003> (дата обращения: 17.02.2022).

¹⁰ Обращение с твердыми коммунальными и промышленными отходами. Вопросы моделирования и прогнозирования: учебно-методическое пособие для вузов / А.А. Аганов, С.Ю. Глухов, В.В. Журкович [и др.]; под общей редакцией Г.К. Ивахнюка. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 352 с.

Таблица 2

Нормативное образование текстильных отходов на территории Сахалинской области

Наименование муниципального района или городского округа/зоны, деятельности регионального оператора	Численность населения, чел.	Нормативное образование ТКО согласно ⁸ , т/год	Нормативное образование текстильных отходов (6,5 % ТКО), т/год	Нормативное образование текстильных отходов (сфера услуг и социальной сферы), т/год	ИТОГО	Нормативное образование текстильных отходов, %
Южно-Сахалинский ГО	207284	86042,3	5592,8	382,4	5975	41,4
Александровск-Сахалинский район ГО	10561	4386,0	285,1	50,5	336	2,3
Анивский ГО	19656	8167,0	530,9	30,0	561	3,9
ГО «Долинский»	23816	9890,2	642,9	57,3	700	4,8
Корсаковский ГО	40322	16731,9	1087,6	77,1	1165	8,1
Курильский ГО	6799	2835,0	184,3	33,3	218	1,5
Макаровский ГО	7362	3054,2	198,5	38,4	237	1,6
Невельский ГО	14546	6034,5	392,2	57,7	450	3,1
Ноглинский ГО	12209	5072,2	329,7	59,2	389	2,7
ГО «Охинский»	21572	8952,9	581,9	56,8	639	4,4
Поронайский ГО	21510	8918,7	579,7	53,5	633	4,4
Северо-Курильский ГО	2691	1115,6	72,5	30,7	103	0,7
ГО «Смирныховский»	11566	4806,0	312,4	90,6	403	2,8
Томаринский ГО	7893	3274,6	212,8	42,1	255	1,8
Тымовский ГО	13920	5789,0	376,3	78,5	455	3,1
Углегорский ГО	16718	6937,8	451,0	72,5	524	3,6
Холмский ГО	35185	14596,9	948,8	79,7	1029	7,1
Южно-Курильский ГО	12011	4985,3	324,0	51,5	376	2,6
<i>Итого по региону:</i>	<i>486621</i>	<i>201590,1</i>	<i>13103,4</i>	<i>-</i>	<i>14448</i>	<i>100</i>

Составлено/разработано авторами

Согласно этому документу душевое образование ТКО на 1 жителя многоквартирного дома составляет 414,55 кг/год, а на 1 проживающего в индивидуальном жилом строении — 418,56 кг/год. На основании нормативных объемов образования ТКО было рассчитано ожидаемое количество текстильных отходов (исходя из удельного показателя 6,5 %) (табл. 2). В данной таблице также приведены данные нормативного образования отходов текстиля от социальной сферы жизни (детские сады, больницы и т. д.). Укрупненная оценка была выполнена на основе анализа данных «Количество предприятий и организаций, осуществляющих экономические виды деятельности в сфере оказания услуг, включая проживание, в Сахалинской области» и удельных нормативов образования ТКО, установленных⁹. Расчеты образования текстильных отходов на душу населения на территории области (по нормативным данным) составляют в среднем 32 кг·чел./год.

Анализ данных об ожидаемых объемах образования текстильных отходов в муниципальных районах Сахалинской области, представленных в таблице 2, показал возможность формирования 6 кластеров обращения с отходами:

1. Анивский, Корсаковский, Долинский районы и г. Южно-Сахалинск — нормативное образование текстильных отходов 8774,7 т/год (58,4 % от общего образования по Сахалинской области);
2. Макаровский, Поронайский, Смирныховский и Тымовский районы — 1727,9 т/год (11,8 %);
3. Невельский и Холмский районы — 1479,5 т/год (10,3 %);

4. Александровск-Сахалинский, Охинский и Ногликский районы — 1363,1 т/год (9,4 %);
5. Томаринский и Углегорский районы — 778,4 т/год (5,31 %);
6. Курильский, Южно-Курильский и Северо-Курильский районы — 696,3 т/год (4,3 %).

Кластеризация как процесс организованного объединения рекуператоров отходов Сахалинской области будет способствовать установлению кооперационных связей и получению синергетического эффекта в получении прибыли от сбора и обработки вторичного текстильного сырья. Большая часть текстильных отходов состоит из натуральных и синтетических полимерных материалов (хлопок, шерсть, шелк, полиэстер, нейлон, полипропилен и т. д.), поскольку эти волокна потребляются и выбрасываются в мире в больших количествах. Имеются также волокна специального назначения, разработанные для конкретных целей, требующих исключительной прочности, термостойкости и/или химической стойкости. Часто различные типы полимеров и других материалов объединяются для формирования изделия, например, смесовых тканей, ковров, конвейерных лент, композитов и т. д. К промышленным текстильным отходам относятся отходы, образующиеся в процессе производства текстильных изделий. В зависимости от этапа производственной деятельности, на котором образуются эти отходы, их структура может варьироваться от отдельных полимеров (природного и синтетического происхождения) до сложных многокомпонентных систем. В большинстве случаев для утилизации текстильных отходов требуется их определенная обработка (механическая, химическая и биологическая), что обуславливает потребления определенного количества энергии, дополнительных сырьевых материалов и приводит к выбросу вредных веществ в атмосферный воздух и сбросу их в водные объекты, образованию отходов. Конечно, в части использования отходов одежды возможны и более простые подходы, применяемые в разных странах мира [8; 11; 12]:

- фрисайклинг или вторичное использование вещей это главный экотренд последних лет, бывшие в употреблении текстильные отходы можно продавать через магазины «секонд-хенд» или передавать на благотворительность, пожертвование, малообеспеченным;
- можно перерабатывать отходы одежды обратно в волокна, изготавливать новые текстильные изделия.

В таблице 3 приведены результаты опроса, проведенного авторами статьи, юридических лиц и ИП Сахалинской области, оказывающим услуги по сбору, транспортированию, обработке, утилизации, обезвреживанию, размещению отходов I–IV классов опасности, в том числе являющихся операторами полигонов захоронения ТКО, включенных в государственный реестр объектов размещения отходов. Как видно из данных, на сегодняшний день на территории Сахалинской области текстильные отходы собираются не в полной мере: от 1,0 до 4,0 % от нормативного образования.

Невысокий уровень утилизации текстильных отходов связан со слаборазвитой инфраструктурой по их сбору и обработке как от населения, так и от сферы производства (в первую очередь организаций социальной и туристической сферы), отсутствием информации в электронной территориальной схеме обращения с ТКО. Для предприятий Сахалина текстильные отходы имеют потенциальную ресурсную ценность в качестве сырья для производства различных нетканых и смесовых материалов, ватина и изделий с их применением (в структуре УФСИНА).

Таблица 3

**Среднегодовой сбор текстильных отходов, т/год (согласно
экспертной оценке специализированных предприятий Сахалинской области)**

Наименование кластера	Сбор, т/год	Сбор от нормативного образования текстильных отходов, %
Кластер № 1 (Анивский, Корсаковский и Долинский районы, г. Южно-Сахалинск)	95,6	1,1
Кластер № 2 (Макаровский, Поронайский, Смирныховский и Тымовский районы)	38,2	2,2
Кластер № 3 (Невельский и Холмский районы)	38,0	2,6
Кластер № 4 (Александровск-Сахалинский, Охинский и Ногликский районы)	36,8	2,7
Кластер № 5 (Томаринский и Углегорский районы)	24,1	3,1
Кластер № 6 (Курильский, Южно-Курильский и Северо-Курильский районы)	30,2	4,3

Составлено/разработано авторами

Для изменения сложившейся ситуации в сфере обращения с текстильными отходами в Сахалинской области необходима оптимизация заложенной в территориальной схеме региональной концепции обращения с этими отходами на основе кластерного подхода, исходя из принципов, включающих концептуальные, технологические, экологические критерии [27].

На рисунке 3 приведена структура переработки текстильных отходов и возможные варианты получения вторичных материальных ресурсов.

Заключение

Исходя из оценки нормативного объема образования текстильных отходов на территории Сахалинской области, с учетом плотности населения и транспортной инфраструктуры, для устойчивого развития региона необходимо в рамках утвержденной губернатором территориальной схемы обращения с ТКО создать подсистему сбора и обработки текстильных отходов. Для этого предлагается объединение муниципальных образований в 2 типа кластеров:

- тип А — муниципальные образования, включающие зоны полного цикла обращения с текстильными отходами (сбор, обработка, накопление, утилизация);
- тип Б — объекты локальной энергетической утилизации текстильных отходов (в составе ТКО).

Кластер тип «А» возможно сформировать на территории следующих муниципальных районов:

1. Холмского, Невельского, Томаринского, Углегорского районов (расчетное количество отходов 2342,7 т/год);
2. Анивский, Корсаковский, Долинский районов и г. Ю-Сахалинск (8774,5 т отходов текстиля в год).

Организовывать сбор и обработку текстильных отходов следует на мусоросортировочных станциях, которые планируется построить на территории Сахалинской области.

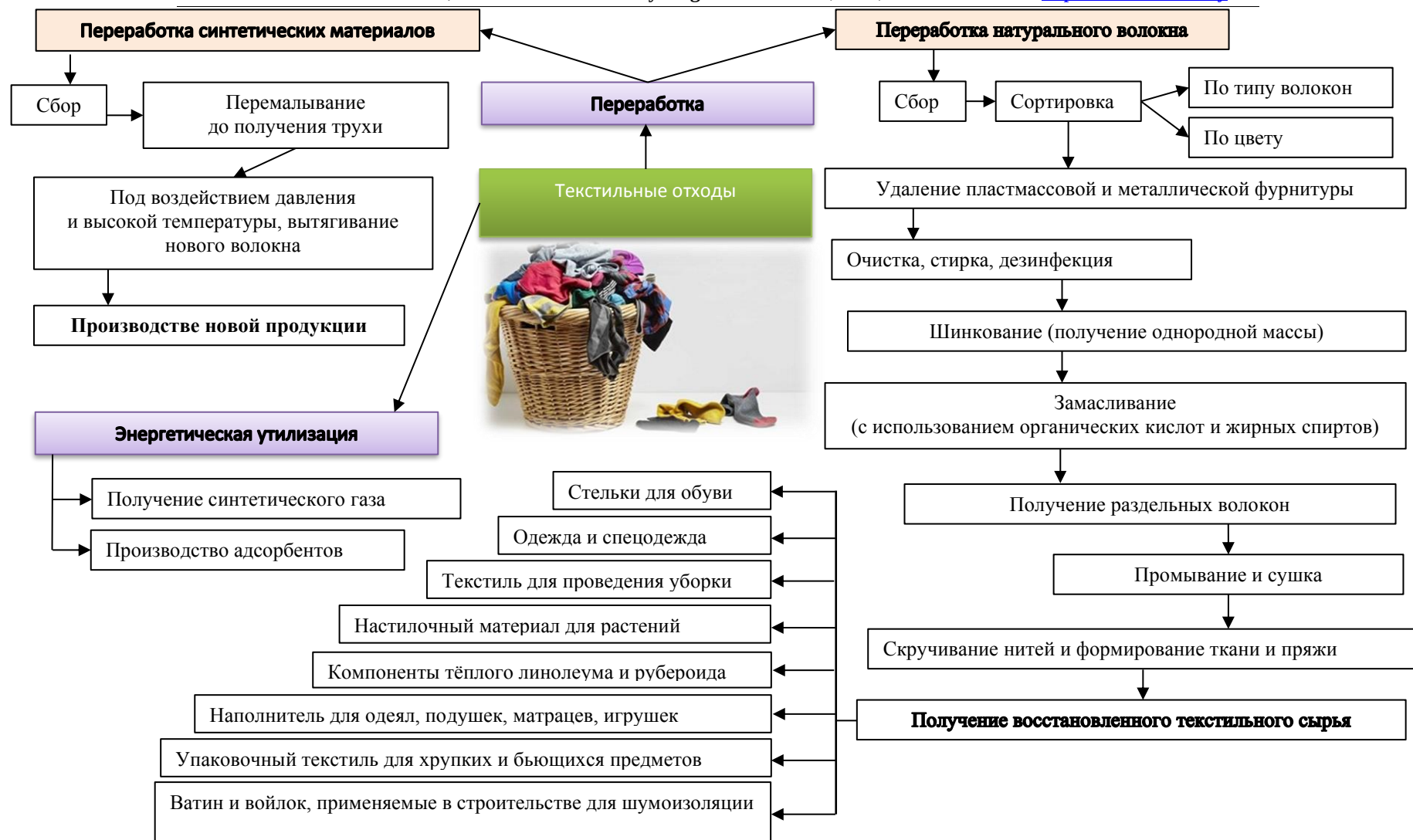


Рисунок 3. Этапы переработки и виды вторичных материальных ресурсов, получаемых из текстильных отходов Составлено/разработано авторами

Для окупаемости бизнес-проектов по утилизации текстильных отходов, необходимо учитывать финансовые затраты для реализации следующих этапов обращения с ними [28]:

- 1 этап: идентификация и сортировка текстильных отходов (известно, что текстильные отходы одного химического состава легче перерабатывать в продукты более высокого качества и, следовательно, с более высокой добавленной стоимостью);
- 2 этап: уменьшение размера текстильных отходов и механическое разделение (уменьшение размера посредством резки больших кусков текстильных отходов на меньшие размеры часто требуется на подготовительном этапе утилизации);
- 3 этап: технология деструкции полимеров на мономеры (например, высококачественного нейлона; для этих целей применяют органические и неорганические растворители).

В данной работе на основе метода структурно-функционального анализа предложен алгоритм формирования оптимальной схемы обращения с ТКО в Сахалинской области. Разделение территории на два типа кластеров, предусматривающих создание сети межмуниципальных объектов переработки и захоронения ТКО с учетом развивающихся территориально-производственных комплексов, даст возможность достижения регионального баланса движения отходов, установления дифференцированного подхода к организации управления потоками отходов и денежных средств отходообразователей. Предложенные меры могут быть положены в основу комплексной корректировки территориальной схемы обращения с отходами Сахалинской области. Оптимизация пространственно-логистической схемы размещения объектов инфраструктуры позволит достигнуть устойчивого функционирования системы и приведет к существенному повышению степени использования ресурсного потенциала ТКО.

ЛИТЕРАТУРА

1. Paraschiv D., Tudor C., Petrariu R. The textile industry and sustainable development: a Holt-Winters forecasting investigation for the Eastern European area / Sustainability. 2015. V. 7(2), P. 1280–1291.
2. Echeverria C.A., Handoko W., Pahlevani F., Sahajwalla V. Cascading use of textile waste for the advancement of fibre reinforced composites for building applications / J Clean Prod. 2019. V. 208. P. 1524–536.
3. Wang Y. Fiber and textile waste utilization // Waste and biomass valorization. — 2010. — V. 1. — № 1. — P. 135–143.
4. Hole G., Hole A.S. Improving recycling of textiles based on lessons from policies for other recyclable materials: A minireview // Sustainable Production and Consumption. — 2020. — V. 23. — P. 42–51.
5. Altun S. Prediction of textile waste profile and recycling opportunities in Turk //Fibres & Textiles in Eastern Europe. — 2012. URL: <https://www.researchgate.net/publication/n/286051179> (дата обращения: 15.01.2022).
6. Leal Filho W. et al. A review of the socio-economic advantages of textile recycling // Journal of cleaner production. — 2019. — V. 218. — P. 10–20.

7. Кожина К.С., Кудрявцева Т.Ю. Анализ современного состояния рынка легкой промышленности в мире и России: проблемы и тенденции // Экономические науки. — 2021. — № 198. — С. 61–67.
8. Baruke-Ramos, J., Amaral, M.C., Laktim, M.C., Santos, H.N., Araujo, F.B., Zonatti, W.F., 2017. Social and economic importance of textile reuse and recycling in Brazil. In: IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. Presented at the 17th World Textile Conference AUTEX 2017. — Textiles — Shaping the Future, 1 e 10. Available at: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/254/19/192003> (дата обращения: 12.12.2021).
9. Бобович Б.Б. Переработка промышленных отходов. Учебник для вузов. — М.: СПб Интернет Инжиниринг, 1999. — 445 с.
10. Сысоева Е.А. Циркулярная экономика в контексте устойчивого развития // Проблемы современной экономики, N 2(70), 2019. — С. 199–204.
11. Stanescu M.D. State of the art of post-consumer textile waste upcycling to reach the zero waste milestone // Environmental Science and Pollution Research. — 2021. — V. 28. — № 12. — P. 14253–14270.
12. Kaza S. What a waste 2.0: a global snapshot of solid waste management to 2050 / S. Kaza, L. Yao, P. Bhada-Tata, F. Van Woerden // Washington: International Bank for Reconstruction and Development the World Bank. — 2018. — URL: <http://hdl.handle.net/10986/30317> (дата обращения: 20.05.2021).
13. DeVoy J.E. et al. Post-Consumer textile waste and disposal: Differences by socioeconomic, demographic, and retail factors // Waste Management. — 2021. — V. 136. — P. 303–309.
14. Лебедева К.А., Графов К.А. Определение морфологического состава твердых коммунальных отходов на территории Петрозаводского городского округа // StudArctic forum. № 2(10), 2018. — С. 4.
15. Кирейчиков И.В., Унжаков В.В., Маслов Д.И. Что лежит в контейнере, или в чем опасность неопасных ТКО // Твердые бытовые отходы. — 2021. — № 2. — С. 32–37.
16. Chen Y.C. Effects of urbanization on municipal solid waste composition // Waste management. — 2018. — V. 79. — P. 828–836.
17. Wang D. et al. Life cycle assessment of municipal solid waste management in Nottingham, England: Past and future perspectives // Journal of cleaner production. Volume 251. 2020, 119636. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119636>.
18. Hui Y. et al. Urban solid waste management in Chongqing: Challenges and opportunities // Waste management. — 2006. — V. 26. — № 9. — P. 1052–1062.
19. Gu B. et al. Characterization, quantification and management of household solid waste: A case study in China // Resources, Conservation and Recycling. — 2015. — V. 98. — P. 67–75.
20. Taghipour, H., Amjad, Z., Aslani, H. et al. Characterizing and quantifying solid waste of rural communities. J Mater Cycles Waste Manag 18, 2016, P. 790–797. <https://doi.org/10.1007/s10163-015-0365-z>.

21. Chiemchaisri C., Juanga J.P., Visvanathan C. Municipal solid waste management in Thailand and disposal emission inventory. *Environ Monit Assess* V. 135(1–3), — 2007. P. 13–20.
22. Mudassar Azam, Saman Setoodeh Jahromy, Waseem Raza, Nadeem Raza, Sang Soo Lee, Ki-Hyun Kim, Franz Winter, Status, characterization, and potential utilization of municipal solid waste as renewable energy source: Lahore case study in Pakistan, *Environment International*, V. 134, — 2020, P. 105291; <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.105291>.
23. Abylkhani B. et al. Seasonal characterisation of municipal solid waste from Astana city, Kazakhstan: Composition and thermal properties of combustible fraction // *Waste Management & Research*. — 2019. — V. 37. — № 12. — P. 1271–1281.
24. Abylkhani B. et al. Detailed municipal solid waste composition analysis for Nur-Sultan City, Kazakhstan with implications for sustainable waste management in Central Asia // *Environmental Science and Pollution Research*. — 2021. — V. 28. — № 19. — P. 24406–24418.
25. Şchiopu A.M. et al. Solid waste in Romania: Management, treatment and pollution prevention practices // *Environmental Engineering & Management Journal (EEMJ)*. — 2007. — V. 6. — № 5. P. 368.
26. Mladenov M.K. Potential of municipal solid waste generated in Bulgaria for energy production // *Bulgarian chemical communications*. — 2021. — V. 180. P. 247–253.
27. Гладун И.В., Волосникова Г.А., Гладун П.И. Концепция схемы обращения с твердыми коммунальными отходами в Хабаровском крае // *Региональные исследования*. 2019. № 1. С. 108–117. DOI: 10.5922/1994-5280-2019-1-10.
28. Шарипова Р.Г., Гирфанова Л.Р. Перспективы вторичного использования и переработки стильных отходов в Республике Башкортостан // *Вестник УГНТУ. Наука, образование, экономика. Серия: Экономика*. — 2019. — № 4(30). — С. 41–49.

Gladun Igor Vladimirovich

Pacific State University, Khabarovsk, Russia

E-mail: 006209@pnu.edu.ru

RSCI: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=91054

Mishchenko Olga Alekseevna

Pacific State University, Khabarovsk, Russia

E-mail: 004907@pnu.edu.ru

RSCI: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=1012888

Alekseeva Tatiana Dmitrievna

Pacific State University, Khabarovsk, Russia

E-mail: 2015104938@pnu.edu.ru

Textile waste generation in the Sakhalin Region: cluster approach of collection and processing

Abstract. The authors consider the conceptual issues of creating an effective regional model of textile waste management in the Sakhalin region. An analytical review and analysis of the current situation on the handling of textile waste generated as a result of both human activity and in the process of production activities of enterprises and organizations has been carried out. About 300 thousand tons of municipal solid waste (MSW) are generated annually in the region. Almost the entire specified volume is subsequently placed on landfills of MSW, and only 0.24 % is disposed of or neutralized. Today, there is an acute problem of insufficient recycling, including textile waste, which is practically not involved in repeated economic turnover. This is due to both the lack of necessary infrastructure and specialized enterprises. Currently, there is no unified system of collection, processing and disposal of textile waste generated by the population and in production technological cycles on the territory of the Sakhalin region. The creation of a textile waste collection and treatment system in the region is hindered by the lack of reliable statistical information on the volumes of waste generation in municipal districts and urban districts. The peculiarity of the waste management system in the Sakhalin region is the insular nature of the territory (the region is located on islands), which determines the cluster approach in the formation of a waste collection and treatment system. The authors carried out an indicative (expert and regulatory) assessment of the volume of textile waste generation in the Sakhalin Region and proposed optimal ways to improve the territorial waste management scheme (including MSW) aimed at increasing the collection and processing of textile waste. The concept of reforming the territorial scheme of solid household waste management in the Sakhalin region is proposed, based on the use of a cluster approach and allowing to minimize environmental consequences by involving waste in economic turnover as secondary resources for developing territorial production complexes in the region. The division of the municipalities of the region into clusters with the allocation of zones of direct transportation, transshipment and local disposal of MSW will enable a differentiated approach to waste management.

Keywords: municipal solid waste; textile waste; regional waste management system; Sakhalin region; collection; sorting; processing; cluster approach