

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

2022, №3 Том 9 / 2022, No 3, Vol 9 <https://resources.today/issue-3-2022.html>

URL статьи: <https://resources.today/PDF/20ECOR322.pdf>

DOI: 10.15862/20ECOR322 (<https://doi.org/10.15862/20ECOR322>)

Ссылка для цитирования этой статьи:

Кривошеева, О. И. Углеродный след сектора «Отходы» Новосибирской области / О. И. Кривошеева, И. В. Филимонова, М. В. Мишенин, А. В. Ивершин // Отходы и ресурсы. — 2022. — Т. 9. — № 3. — URL: <https://resources.today/PDF/20ECOR322.pdf> DOI: 10.15862/20ECOR322

For citation:

Krivosheeva O.I., Filimonova I.V., Mishenin M.V., Ivershin A.V. Carbon footprint of the Novosibirsk region Waste sector. *Russian Journal of Resources, Conservation and Recycling*, 9(3): 20ECOR322. Available at: <https://resources.today/PDF/20ECOR322.pdf>. (In Russ., abstract in Eng.). DOI: 10.15862/20ECOR322

Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского научного фонда № 22-18-00424

The study was carried out with the financial support of the Russian Science Foundation No. 22-18-00424

УДК 338.43

Кривошеева Ольга Игоревна

ФГАОУ ВО «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет», Новосибирск, Россия
Младший научный сотрудник Климатического Центра
E-mail: o.krivosheeva@g.nsu.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0224-3463>

Филимонова Ирина Викторовна

ФГАОУ ВО «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет», Новосибирск, Россия
Главный научный сотрудник Исследовательского Центра Карбоновый полигон
ФГБУН «Институт нефтегазовой геологии и геофизики имени А.А. Трофимука
Сибирского отделения Российской академии наук», Новосибирск, Россия
Доктор экономических наук, профессор
E-mail: filimonovaiv@list.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4447-6425>

Мишенин Михаил Владимирович

ФГАОУ ВО «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет», Новосибирск, Россия
Старший научный сотрудник Исследовательского Центра Карбоновый полигон
ФГБУН «Институт нефтегазовой геологии и геофизики имени А.А. Трофимука
Сибирского отделения Российской академии наук», Новосибирск, Россия
Кандидат экономических наук, доцент
E-mail: m.mishenin@g.nsu.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7017-1698>

Ивершин Анастасия Викторовна

ФГАОУ ВО «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет», Новосибирск, Россия
Магистрант «Экономического» факультета
E-mail: nastya.ivershin.89@mail.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1289-2467>

Углеродный след сектора «Отходы» Новосибирской области

Аннотация. Для достижения углеродной нейтральности России к 2060 г. необходимо регулирование объемов парниковых газов на региональном уровне. Среди всех регионов

России баланс парниковых газов по секторам экономики рассчитан только для Сахалинской области. Исследование данной статьи направлено на оценку уровня выбросов парниковых газов от сектора «Отходы» в Новосибирской области с учетом территориальных и отраслевых особенностей. В ходе исследования были использованы методология Межправительственной группы экспертов по изменению климата и методические рекомендации Министерства природных ресурсов и экологии России № 15р, с помощью которых авторами были оценены выбросы метана (CH₄) и оксида азота (N₂O) от захоронения твердых отходов и от очистки жидких отходов и стоков. Выбросы парниковых газов в 2020 г. составили 1,57 млн т CO₂-эквивалента, в том числе от захоронения твердых отходов — 1,09 млн т CO₂-эквивалента, и от очистки жидких отходов и стоков — 0,48 млн т CO₂-эквивалента. Основной вклад в рост эмиссии парниковых газов внесли выбросы от захоронения твердых коммунальных отходов, за последние четыре года увеличившись на 0,06 млн т CO₂-эквивалента. Анализ современного состояния и расчёт показали, что в Новосибирской области наблюдается низкий уровень развития инфраструктуры для раздельного сбора отходов, мощностей мусоросортировочных заводов, а также оборудование централизованной канализационной системой и качество очистки отходов и стоков. Поэтому необходимо внедрение ресурсосберегающих и малоотходных технологий, формирование экономики замкнутого цикла, осуществление перехода к многоконтейнерному раздельному сбору отходов. Целесообразно распространение технологий сбора свалочного газа и его использование в качестве топлива, направление органических отходов на производство товарного компоста, биогаза или кормов и кормовых добавок, а также развитие технологий по получению биочара из органических отходов и дальнейшее его применение в сельском хозяйстве.

Ключевые слова: твердые коммунальные отходы; парниковые газы; Новосибирская область; диоксид углерода; углеродный след; органические отходы; раздельный сбор отходов; сточные воды

Введение

Образование отходов от населения и организаций играет важную роль в общем объеме выбросов парниковых газов (ПГ) в секторе «Отходы», кроме того, захоронение отходов на мусорных полигонах или недостаточный уровень очистки сточных вод вызывают ряд экологических загрязнений и негативно влияет на экологию региона, качество атмосферного воздуха и соответственно уровень жизни населения.

На мусорных полигонах производится захоронение как отходов производства, так и твердых коммунальных отходов (ТКО). Объектом исследования в данной статье является ТКО. Согласно определению, которое приводится в территориальной схеме обращения с отходами Новосибирской области, в том числе с твердыми коммунальными, ТКО — это отходы, которые образуются в жилых помещениях в процессе потребления физическими лицами, а также товары, утратившие свои потребительские свойства в процессе их использования физическими лицами в жилых помещениях в целях удовлетворения личных и бытовых нужд. К ТКО также относятся отходы, которые образуются в процессе жизнедеятельности юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, и подобные по составу отходам, образующимся в процессе потребления физическими лицами.¹ На текущий момент существует несколько способов утилизации отходов — захоронение, сжигание и переработка. В России наиболее распространенным методом утилизации отходов является захоронение, что сопровождается

¹ Постановление правительства Новосибирской области от 24.05.21 № 180-п «О внесении изменения в постановление Правительства Новосибирской области от 26.09.2016 № 292-п».

экологическим ущербом и обуславливает рост выбросов парниковых газов. Так, согласно Государственному докладу о состоянии и об охране окружающей среды в 2020 г. на территории России было образовано 48 462,0 тыс. т ТКО, из которых захоронено 74,5 % или 36 097,4 млн т. Большая часть захороненных ТКО пришлось на Центральный федеральный округ (ЦФО) (12 884,9 тыс. т или 36 % от совокупной массы захороненных ТКО в РФ).² Сибирский федеральный округ (СФО) в этом рейтинге занял 4 место с 9,4 % в совокупной массе захороненных ТКО в РФ или 3 519,59 тыс. т. На самом последнем месте располагается Северо-Кавказский федеральный округ (СКФО) с долей 3,6 % или 1 357,33 тыс. т. При этом несмотря на то, что ЦФО является лидером по образованию отходов, доля захоронения в 2020 г. у него составила 68,3 % — самая низкая по всем округам, тогда как в Дальневосточном федеральном округе (ДФО), несмотря на то, что он занимает второе место с конца по объему образованных отходов, доля захороненных отходов в 2020 г. составила 89,9 % — самая высокая по всем округам. В девяти субъектах ЦФО доля захоронения из общего образования отходов составила более 90 %, в 5 субъектах — от 67 % до 90 %, и в 4 субъектах — менее 40 %. Лидерами по наименьшей доле захоронения отходов в ЦФО являются: Рязанская область (12,2 % доля захоронения в образованных отходах), Орловская область (21,6 %), Москва (34,4 %), Тамбовская область (36,3 %). Такая низкая доля захоронения отходов связана с высокой оснащенностью инфраструктуры, хорошо разработанной территориальной схемой по обращению с отходами, существующими мощностями (заводами) по сортировке и переработке отходов и высокому уровню экологической грамотности населения. К примеру, на территории Московской области существует 433 объекта утилизации ТКО, перерабатывающие такие виды отходов производства и потребления, как бумага и картон, стекло, пластик, металл, шины и резинотехнические изделия, отходы электрического и электронного оборудования, ртуть содержащие отходы.³ За всеми оборудованными контейнерами для раздельного сбора отходов ведется очень строгий и тщательный контроль Министерством жилищно-коммунального хозяйства Московской области (МЖКХ МСО). По мере установки контейнеров для раздельного сбора отходов информация о них с указанием географических координат и приложением фото передается в МЖКХ МСО, и на основании полученных данных разрабатывается интерактивная карта. Также в накоплении ТКО играют роль разное количество образования отходов с 1 человека в год. Если сравнивать, к примеру, Новосибирскую область и Рязанскую область, то в первой расчетный норматив накопления отходов составляет 392,7 кг/чел. в год⁴, а в Рязанской области — 298 кг/чел. в год.⁵, в Москве — 272 кг/чел. в год

² Официальный сайт Министерства природных ресурсов. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2020 году» [Электронный ресурс]: https://www.mnr.gov.ru/docs/gosudarstvennye_doklady/gosudarstvennyy_doklad_o_sostoyanii_i_ob_okhrane_okruzhayushchey_sredy_rossiyskoy_federatsii_v_2020/?special_version=Y (дата обращения 01.04.2022 г.).

³ Официальный сайт Министерства жилищно-коммунального хозяйства Московской области «Приложение к постановлению Правительства Московской области от 22.12.2016 № 984/47. Территориальная схема обращения с отходами Московской области» [Электронный ресурс]: <https://mgkh.mosreg.ru/dokumenty/normotvorchestvo/obshestvennye-obsuzhdeniya-proektov-normativno-pravovykh-aktov/13-04-2020-12-50-58-proekt-territorialnoy-skhemy-obrashcheniya-s-otkho> (дата обращения 10.04.2022 г.).

⁴ Приказ департамента по тарифам Новосибирской области № 342-ЖКХ от 20 октября 2017 года «Об утверждении нормативов накопления твердых коммунальных отходов на территории Новосибирской области» [Электронный ресурс]: https://ecologynsk.ru/uploads/consumer_document/fa2ccc15-bc51-4234-afa7-25c2a0185fca.pdf (дата обращения 15.04.2022 г.).

⁵ Официальный сайт Консорциум кодекс — электронный фонд актуальных правовых и нормативно-технических документов. Постановление министерство природопользования Рязанской области от 15 ноября 2017 года N 31 «Об утверждении территориальной схемы обращения с отходами, в том числе с твердыми коммунальными отходами, Рязанской области (с изменениями на 19 октября 2020 года)» [Электронный ресурс]: <https://docs.cntd.ru/document/446578954> (дата обращения 15.04.2022 г.).

(ТКО без крупногабаритных отходов) и еще 98 кг/чел. в год на крупногабаритные отходы⁶. Такие авторы, как Бояркин Д.В. [1], Коновалов В.Б. и др. [2] говорят о том, что показатели нормативов накопления ТКО значительно различаются в разных регионах и не имеют экономической обоснованности, для успешного внедрения раздельного сбора ТКО необходимо решить вопрос установления нормативов образования ТКО с учетом объемов отходов, подлежащих утилизации и вопросы тарифного регулирования предоставления данной услуги, а также ряд вопросов и задач, связанных с просветительской работой, инфраструктурой для раздельного сбора отходов (РСО) и т. п. Распределение квалифицированной утилизации отходов достаточно неравномерно по регионам. Но в целом в регионах ситуация схожа с Новосибирской областью: объем полезной фракции, которая возвращается в оборот и отправляется на переработку, крайне мал. В 42 субъектах РФ доля отходов, которые отправляют на захоронение, составляет более 90 %. На текущий момент в стране отсутствует эффективная система управления отходами и вторичными ресурсами. Современное управление отходами не позволяет решить вопрос с их квалифицированной утилизацией в условиях возрастающего объема отходов в следствии роста численности населения, нехватки инфраструктуры (контейнеров для раздельного сбора отходов), недостаточных мощностей на мусоросортировочных заводах или отсутствие таковых в городах. Новым стимулом к развитию эффективной системы управления отходами стало взятие обязательств Россией по сокращению выбросов ПГ в рамках Парижского соглашения. В настоящее время по распоряжению Правительства РФ от 29 октября 2021 г. N 3052-р была утверждена Стратегия социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года, в которой в том числе прописаны направления работы с отходами. В отечественной литературе представлено различные мнения ученых по вопросу утилизации ТКО. Но все они схожи в одном: развитие системы квалификационной утилизации ТКО в России находится на начальном этапе. Путинцева Н.А. в своей работе рассматривает такие индикаторы развития раздельного сбора отходов, как: доля контейнерных площадок для раздельного накопления вторичных материальных ресурсов и пищевых отходов и количество жителей, на которое приходится одна контейнерная площадка. Упоминает о том, что подавляющее число территориальных схем и региональных программ, которые являются необходимыми элементами развития сферы обращения с отходами, не содержат четких целевых показателей по внедрению РСО [3]. Как следствие создание РСО инфраструктуры не происходит. Такие авторы, как Глеба О.В., Чудакова К.А. отмечают необходимость создания дополнительных эффективных стимулов для всех участников системы обращения с отходами для внедрения РСО, и о необходимости внесения поправок в действующие законы, и о важности разработки свода правил по более эффективному проектированию, эксплуатации и рекультивации объектов размещения отходов для минимизации ущерба окружающей среде [4]. Автор Латыпова М.В. говорит о таких факторах, которые препятствуют внедрению РСО в России, как: неразвитость системы экологического воспитания населения в России, отсутствие оснащения мусорных площадок РСО-контейнерами, сложная логистика и отсутствие системы методов административного и экономического стимулирования собственников отходов, а также отсутствие контроля за исполнением требований по сортировке ТКО [5].

Чтобы осуществлять качественные расчеты, на которых будут базироваться стратегии управления отходами, необходимы точные статистические данные по количеству образованных отходов — и это одна из проблем в системе обращения с отходами. Это подтверждается в работе Марьева В.А., Гаева Ф.Ф., Шканова С.И., Якушиной А.М. и др.

⁶ Официальный сайт Департамента жилищно-коммунального хозяйства г. Москвы. Распоряжение Департамента жилищно-коммунального хозяйства города Москвы № 01-01-14-513/19 от 27.11.2019 «Об утверждении нормативов накопления ТКО» [Электронный ресурс]: <https://www.mos.ru/dgkh/documents/deistvuiuschie-normativnye-pravovye-akty/view/233590220/> (дата обращения 15.04.2022 г.).

Проводя исследования, они выявили значительные несоответствия между реальным количеством накопления ТКО и КГМ (крупногабаритного мусора) и установленными нормативными значениями [6]. И на текущий момент этот вопрос актуален практически во всех регионах страны.

На текущий момент остается острая необходимость совершенствования нормативно-регуляторной базы в РФ по части обращения с отходами. Важно понимать, что объем парниковых газов, образующихся на мусорных полигонах, напрямую зависит от количества размещенных на них органических отходов. Именно поэтому одним из пунктов в Стратегии социально-экономического развития Российской Федерации является формирование системы раздельного сбора и накопления отходов, в том числе накопления органических отходов, распространение технологий сбора свалочного газа и его использование в качестве топлива, максимальное направление органических отходов на объекты по производству, в том числе товарного компоста, биогаза или кормов и кормовых добавок для животных и аквакультуры. На втором месте по объемам выделения ПГ в секторе «Отходы» находятся сточные воды. Они выделяют такой парниковый газ как оксид диазота N_2O , потенциал глобального потепления которого в 298 больше, чем у диоксида углерода. В целом в РФ начинает развиваться система производства биогаза на очистных сооружениях, но конкретно на очистных сооружениях Новосибирской области биогаз пока не производят. Вместе с тем, первый пример промышленного предприятия завод «Балтика», который ввел в эксплуатацию значимый экологический объект — биологические очистные сооружения, производящие биогаз на одном из этапов своей работы, который служит альтернативным источником энергии.⁷ Рассматривая работы таких авторов Разхманов Ю.А., Панова А.С. [7] Сычков С.И. [8] и др., которые занимались изучением производства биогаза от очистки промышленных сточных вод, можно заметить, что необходимо применение комплексных решений для улучшения состояния очистных сооружений, очистки сточных вод на предприятиях, которые несут, как экологические, так и экономические выгоды. Пока что наблюдаются только точечные решения в некоторых регионах страны. Если говорить о Новосибирской области, то многие города и рабочие поселки имеют очистные сооружения канализации, построенные еще в 70-х годах прошлого столетия. Естественный процесс амортизации привел к тому, что многие комплексы по очистке сточных вод не могут обеспечить требуемую степень очистки стоков перед их сбросом в водоемы, не говоря уже о производстве биогаза на очистных сооружениях [9].

Таким образом, действительно, система управления утилизацией отходов и сточных вод пока находится на низком уровне и требует доработки по многим параметрам. Поэтому необходимо оценить текущее состояние углеродного следа сектора «Отходы» в Новосибирской области с учетом существующих предпосылок и общего состояния сектора, что и является целью данного исследования. Сформулированы следующие задачи: (1) обзор сектора и формирование базы данных; (2) апробация существующей методологии оценки ПГ с учетом выявленных особенностей сектора; (3) проведение расчётов, анализ результатов и обоснование рекомендаций. Объектом исследования является сектор «Отходы» Новосибирской области РФ в 2017–2020 гг. Новизна работы состоит в апробации методологии МГЭИК⁸ для оценки выбросов ПГ от сектора «Отходы» с учетом региональных особенностей Новосибирской области.

⁷ Официальный сайт Infopro54 — Новости Новосибирска и Новосибирской области. Новости Сибири [Электронный ресурс]: <https://infopro54.ru/news/baltika-novosibirsk-zapustila-novye-biologicheskie-ochistnyye-sooruzheniya/> (дата обращения 01.03.2022 г.).

⁸ Межправительственная группа экспертов по изменению климата «Руководящие принципы проведения национальных инвентаризаций парниковых газов МГЭИК», 2006. Т. 5. Отходы.

Обзор сектора «Отходы» Новосибирской области

На текущий момент все отходы в Новосибирской области утилизируются в соответствии с территориальной схемой обращения с отходами.⁹ Все сведения об объектах захоронения отходов можно найти в Государственном реестре объектов размещения отходов (ГРОРО). На территории Новосибирской области двенадцать объектов, на которых размещаются ТКО; остальные места, исторически используемые для размещения отходов, требуют приведения их в соответствие с экологическими и санитарно-гигиеническими требованиями или рекультивации.¹⁰ В Новосибирской области используется одноконтейнерная система сбора отходов — все отходы утилизируются в один общий бак без сортировки. В г. Новосибирске с 2013 г. стала появляться инфраструктура для раздельного сбора отходов, когда на рынке появилась компания ООО «Тайгер-Сибирь» и установила первые контейнеры для раздельного сбора отходов (PCO-контейнеры).¹¹ Компания ООО «Арктика сити» появилась на рынке только в 2018 г.¹² У этих двух компаний есть мусоросортировочные заводы, на которых досортировывается собранное от населения вторсырье. На текущий момент в городе установлено более 3000 PCO-контейнеров от этих двух компаний. Однако суммарно раздельный сбор по г. Новосибирску составляет лишь 1–3 % от всех образуемых отходов, то есть остальные 97–99 % отходов направляются на полигоны для захоронения.¹³ Основной причиной такого низкого показателя PCO в первую очередь является нехватка инфраструктуры для PCO, а именно PCO-контейнеров, и их расположения в относительной удаленности от многих жителей города. Важна шаговая доступность к PCO-контейнерам для населения. Как только PCO-контейнеры будут стоять на каждой придомовой площадке, процент людей, сортирующих отходы, в разы возрастет. Так, по данным опроса независимого исследовательского агентства MAGRAM Market Research в январе 2020 г. около 90 % россиян, не сортирующих мусор, готовы начать это делать:

- если около их домов будут поставлены специальные контейнеры для раздельного сбора отходов — 66 % опрошенных;
- если будут точно знать, что его потом переработают — 45 % опрошенных.¹⁴

В исследовании М.А. Шабановой представлены данные двух репрезентативных исследований за разные года об уровнях реального и потенциального включения россиян в практику раздельного сбора отходов, которые говорят о том, что при сохранении существующих условий PCO развиваться не будет, существует необходимость первостепенной важности развития инфраструктуры (PCO-контейнеров) в шаговой доступности населению. [10].

⁹ Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов Консорциум кодекс. Об утверждении территориальной схемы обращения с отходами, в том числе с твердыми коммунальными отходами, Новосибирской области (с изменениями на 24 мая 2021 года) [Электронный ресурс]: <https://docs.cntd.ru/document/465714347> (дата обращения 24.03.2022).

¹⁰ Официальный сайт Государственного реестра объектов размещения отходов [Электронный ресурс]: <https://clevereco.ru/grooro/> (дата обращения 04.04.2022 г.).

¹¹ Официальный сайт ГК «Тайгер-Сибирь» [Электронный ресурс]: <https://www.tiger-sibir.ru/> (дата обращения 24.03.2022 г.).

¹² Официальный сайт ООО «Арктика-Сити» [Электронный ресурс]: <http://tkorus.ru/o-kompanii.html> (дата обращения 24.03.2022 г.).

¹³ Личные расчёты авторов по данным ООО «Арктика Сити».

¹⁴ Официальный сайт исследовательского агентства MAGRAM Market Research [Электронный ресурс]: <https://magram.ru/news/garbage.html> (дата обращения 05.04.2022 г.).

Согласно данным ООО «Арктика Сити» количество «хвостов», которые после досортировки вторсырья направляются на мусорный полигон, составляет 30 %¹⁵. Это означает, что население, сортирующее отходы, делает это некачественно или не знает, как правильно сортировать, т. е. это некоторый показатель низкой экологической грамотности населения.¹³

Если рассматривать динамику изменения отходов с 1990 г. по настоящее время, то можно проследить устойчивую тенденцию, что по мере изменения структуры населения, а именно перераспределения долей городского и сельского населения, менялось и количество отходов. Если в 1990 г. доля сельского населения составляла 25,5 %, а городского соответственно 74,5 %, то к 2020 г. эти доли были 20,8 % и 79,2 % соответственно (табл. 1). А так как население является ключевым фактором образования отходов, то произошло перераспределение и отходов в рамках 5 % за этот период.

Таблица 1

Объем ТКО, размещенных на объектах захоронения отходов в 1990–2020 гг.¹⁶

Год	Городское и сельское население (НСО), чел.	Численность сельского населения, чел.	Численность жителей городского населения, чел.	Объем ТКО сельского населения, кг	Объем ТКО городского населения, кг
1990	2 743 442	699 994	2 043 448	244 997 900	802 972 892
1991	2 747 031	699 826	2 047 205	244 939 100	804 449 205
1992	2 748 064	704 840	2 043 223	246 694 000	802 884 478
1993	2 740 306	713 842	2 026 464	249 844 700	796 299 029
...	...	...	...	...	...
2017	2 784 202	585 155	2 199 047	204 804 250	864 115 519
2018	2 791 116	583 868	2 207 248	204 353 800	867 338 102
2019	2 795 777	582 515	2 213 262	203 880 250	869 701 303
2020	2 792 003	579 842	2 212 161	202 944 700	869 268 665

Составлено авторами

Аналогичная ситуация и со сточными водами г. Новосибирска и Новосибирской области. Касательно систем очистки коммунальных сточных вод нужно отметить, что выбросы СН₄ в таких системах образуются в процессе анаэробного разложения метаногенными бактериями органического вещества в воде или осажденном иле. Таким образом, только очистные сооружения, в составе которых есть анаэробные сооружения, а также некорректно работающие аэробные очистные сооружения могут служить его источником.

Согласно официальной статистике, в Новосибирской области применяются как аэробные, так и анаэробные биологические методы централизованной очистки коммунально-бытовых стоков. В качестве локальных сооружений очистки сточных вод рассматривались только септические резервуары, в виду отсутствия данных о конкретных применяемых технологиях.

В связи с этим, в расчетах выбросов ПГ от бытовых сточных вод были рассмотрены следующие типы систем очистки и сброса:

¹⁵ Внутренние данные ООО «Арктика Сити».

¹⁶ Официальный сайт Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Новосибирской области. Среднегодовая численность населения [Электронный ресурс]: [https://novosibstat.gks.ru/storage/mediabank/p54_%D0%A1%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%BD%D0%B5%D0%B3%D0%BE%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D1%8F%20%D1%87%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C%20%D0%BD%D0%B0%D1%81%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F\(1\).pdf](https://novosibstat.gks.ru/storage/mediabank/p54_%D0%A1%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%BD%D0%B5%D0%B3%D0%BE%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D1%8F%20%D1%87%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C%20%D0%BD%D0%B0%D1%81%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F(1).pdf) (дата обращения 05.04.2022 г.).

- централизованные коммунальные очистные сооружения (КОС) с аэробной и анаэробной биологической очисткой стоков (система 1);
- системы с обработкой стока на месте и использованием септических резервуаров (система 2);
- различных систем с обработкой стока на месте и использованием сливных ям/отхожих мест (система 3).

Таблица 2

**Данные по удельному весу городского и сельского населения
и по оборудованию канализацией в Новосибирской области (все 3 типа систем)^{17,18}**

Показатель	2017	2018	2019	2020
Численность городского населения, тыс. чел.	2199,0	2207,2	2213,3	2212,2
Численность сельского населения, тыс. чел.	585,2	583,9	582,5	579,8
Удельный вес городского населения, %	78,7 %	78,9 %	79,0 %	79,1 %
Удельный вес сельского населения НСО, %	21,3 %	21,1 %	21,0 %	20,9 %
Удельный вес площади городского жилищного фонда, оборудованной канализацией (система 1)	72,26 %	71,85 %	71,50 %	71,89 %
Удельный вес площади городского жилищного фонда, оборудованной канализацией (система 2)	14,99 %	15,45 %	16,10 %	16,30 %
Удельный вес площади городского жилищного фонда, необорудованной канализацией (система 3)	12,75 %	12,70 %	12,40 %	11,81 %
Удельный вес площади сельского жилищного фонда, оборудованной канализацией (система 1)	32,52 %	35,06 %	37,79 %	37,60 %
Удельный вес площади сельского жилищного фонда, оборудованной канализацией (система 2)	6,74 %	7,54 %	8,51 %	8,52 %
Удельный вес площади сельского жилищного фонда, необорудованной канализацией (система 3)	60,74 %	57,40 %	53,70 %	53,88 %

Составлено авторами

Из таблицы 2 видно, что даже в городе есть отдельные районы, не обеспеченные оборудованной канализацией, этот показатель в 2020 г. составил почти 12 %. А для площади сельского жилищного фонда ситуация выглядит наоборот — там преобладает удельный вес площади, необорудованной канализацией. И хотя этот показатель в динамике снижается, и сельских жителей все больше обеспечивают централизованной канализацией, все равно он составляет более 50 %.

Согласно официальному сайту Единой межведомственной информационно-статистической системы по Новосибирской области приведены данные по удельному весу площади городского/сельского жилищного фонда, оборудованной и необорудованной канализацией, т. е. данные по системе типа 1 и 2 приведены общим числом. Для того, чтобы рассчитать долю площади городского/сельского жилищного фонда, оборудованного канализацией по системе типа 1 и системе типа 2 отдельно, были использованы данные по численности населения России, пользующегося различными системами очистки сточных вод, выраженные в процентах из Национального доклада о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов не регулируемых Монреальским протоколом за 1990–2020 гг.

¹⁷ Официальный сайт Единой межведомственной информационно-статистической системы (ЕМИСС) [Электронный ресурс]: <https://www.fedstat.ru/indicator/33949> (дата обращения 05.04.2022 г.).

¹⁸ Национальный доклад о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов не регулируемых Монреальским протоколом за 1990–2019 гг.

От вида обработки сточных вод зависит наличие выбросов парниковых газов и их объем. Основные парниковые газы, которые выделяются при обработке сточных вод — это CH_4 и N_2O .

База данных и используемые методы оценки

Оценка углеродного следа от сектора «Отходы» в Новосибирской области проводилась по методологии Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК) (Уровни 1 и 2) [7] и в соответствии с методическими рекомендациями Министерства природных ресурсов и экологии РФ (МПР-15р)¹⁹.

В Методических рекомендациях предлагается два способа расчета выбросов ПГ от мест размещения твердых отходов. В одном из них учитываются выбросы только от отходов, помещенных на объекты в расчетный год, а в другом — от отходов, размещенных в течение последних 30 лет. Использование второго метода оценки выбросов от ТКО представляется более точным и позволяет учитывать выбросы от закрытых СТО, поэтому он был выбран для расчета.

Для количественной оценки выделения метана от ТКО используют метод затухания (разложения) первого порядка (ЗПП), относящийся к Уровню 2. Он предполагает использование некоторых параметров по умолчанию, а также фактических статистических данных количества образованных отходов. Данный метод допускает, что способные к разложению органические компоненты в отходах медленно разлагаются на протяжении нескольких десятилетий, во время которых происходит формирование CH_4 и CO_2 . В результате выбросы CH_4 из отходов, удаленных на свалки, первые несколько лет остаются высокими, а затем постепенно уменьшаются, так как способные к разложению соединения углерода перерабатываются бактериями. CH_4 продолжает вырабатываться и на закрытых СТО. Эти данные автоматически учитываются при использовании метода ЗПП, так как при подсчетах используются исторические данные по удалению отходов.²⁰

Компонентный состав разных категорий отходов является одним из наиболее важных факторов, оказывающих влияние на выбросы парниковых газов. Объем выбросов как CO_2 , так и CH_4 зависит от содержания в отходах углерода, который в соответствии с принятой методологией учета подразделяют на биологический и ископаемый в зависимости от его происхождения. В методических рекомендациях при рассмотрении компонентного (видового) состава различных категорий отходов используется подразделение их на типы в зависимости от состава.²⁰

Расчет для определения выбросов CH_4 из сточных был проведен по 1 Уровню: использовались региональные данные о распределении сточных вод по системам очистки, для определения коэффициента выбросов и других параметров деятельности использовались рекомендуемые значения. Выбросы от сточных вод и их отстоя оценивались совместно, и количество удаленного отстоя считалось равным нулю.

¹⁹ Распоряжение Минприроды России от 16.04.2015 n 15-р «Об утверждении методических рекомендаций по проведению добровольной инвентаризации объема выбросов парниковых газов в субъектах российской Федерации». [Электронный ресурс]: <https://rulaws.ru/acts/Rasporyazhenie-Minprirody-Rossii-ot-16.04.2015-N-15-r/> (дата обращения 01.04.2022).

²⁰ Распоряжение Минприроды РФ от 16 апреля 2015 г. N 15-р «Методические рекомендации по проведению добровольной инвентаризации объема выбросов парниковых газов в субъектах РФ». [Электронный ресурс]: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_256422/ (дата обращения 24.04.2022).

В целом проведение оценки выбросов (и для сточных вод, и для ТКО) можно описать следующим алгоритмом:

1. Сбор и обработка первичных показателей. Подавляющее большинство показателей брались из официальных источников для уменьшения неопределенности данных, однако в случае пропущенных значений применялись методы усреднения и экстраполяции.
2. Подбор коэффициентов. Одному исходному показателю может соответствовать несколько коэффициентов, которые необходимо применять в зависимости от дополнительных условий. Например, средний состав компонентов ТКО различается по зонам их нахождения (средняя, южная или северная климатические зоны); поправочный коэффициент для метана зависит от типа свалки — управляемая или неуправляемая и т. д. В данной работе использованы рекомендованные национальные и региональные коэффициенты (МПП-15).
3. Проведение расчетов по методике 1 или 2 уровня.
4. Перевод CH_4 и N_2O в CO_2 эквивалент. Парниковые газы обладают разным потенциалом глобального потепления, поэтому используются повышающие коэффициенты для пересчета в CO_2 эквивалент: для CH_4 — 25 и для N_2O — 298.
5. Оценка неопределенности.

Для оценки выбросов была собрана база данных первичных показателей для расчетов за 2017–2020 гг. В неё были включены следующие показатели: количество городского и сельского населения в Новосибирской области, удельный вес площади городского и сельского жилищного фонда, оборудованной/необорудованной канализацией, объем производства основных видов продукции в Новосибирской области в натуральном выражении, объем протеинов в потребленных продуктах питания населением.

Согласно Методическим рекомендациям, в секторе «Отходы» еще должен производиться расчет выделения парниковых газов от биологической переработки твердых отходов и от сжигания отходов. Однако ввиду отсутствия корректных статистических данных проведение расчетов оказалось невозможным. Также ввиду отсутствия данных не удалось сделать расчет выбросов по промышленным отходам.

Результаты оценки выбросов

Выбросы парниковых газов от сектора «Отходы» в Новосибирской области составили 1,56 млн т. CO_2 -эквивалента в 2019 г. Из них 68,6 % составили выбросы от захоронения твердых отходов, а 31,4 % — выбросы от очистки жидких отходов и стоков. Доля выбросов сектора «Отходы» от общероссийских выбросов по сектору «Отходы» составляла 1,56 % в 2019 г. (последние доступные данные по РФ).

Большую часть парниковых газов в захоронении твердых отходов составляют выбросы от выбросов от ТКО на управляемых свалках твердых отходов (86 %), на втором месте выбросы от ТКО на неклассифицированных (неуправляемых) свалках твердых отходов (СТО) (14 %).

По состоянию на 01.01.20 г. на территории Новосибирской области существует 35 объектов размещения отходов, внесенных в Государственный реестр объектов размещения отходов (ГРОРО), из них 12 объектов размещения ТКО, 1 объект размещения отходов, не принимающих ТКО, и 22 разных объекта размещения промышленных отходов.⁹



Рисунок 1. Выбросы ПГ от сектора «Отходы», млн т CO₂-эквивалента (составлено авторами)

Состав отходов является одним из наиболее важных факторов, оказывающих влияние на выбросы, образующиеся при обработке твердых отходов, так как различные виды отходов содержат разное количество способного к разложению органического углерода и ископаемого углерода. Состав отходов, так же, как и их классификация, которая используется для сбора данных по составу отходов в категории ТКО, варьируется в разных регионах.

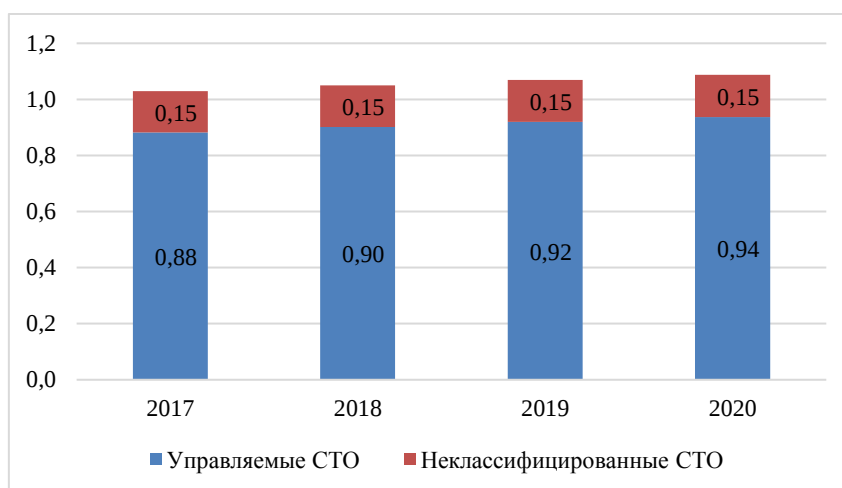


Рисунок 2. Выбросы CH₄ от управляемых и неуправляемых (неклассифицированных) СТО, млн т CO₂-эквивалента (составлено авторами)

Расчет был произведен для ТКО за 31-летний период с 1990 по 2020 гг. В расчете принимались во внимание различные коэффициенты для расчета объемов накопления твердых коммунальных отходов для городских и сельских территорий соответственно. Важно отметить, что главным фактором накопления твердых коммунальных отходов является численность населения. А так как население г. Новосибирска и Новосибирской области практически не изменилось с 1990 г., соответственно, количество накопленных твердых коммунальных отходов также менялось незначительно. Для этих данных был произведен расчет выбросов метана отдельно от контролируемых и неконтролируемых СТО. Разница заключается в применении различного поправочного коэффициента для метана для этих типов СТО. Остальные коэффициенты, применяемые в формулах расчета метана для ТКО, используются одинаковые как для контролируемых, так и для неконтролируемых СТО.

Таблица 3

**Расчет выбросов метана CH₄ от неконтролируемых
СТО в сельской местности Новосибирской области, кг**

Год	T	DDOC _м удаленный, кг	DDOC _{ма} накопленный, кг	DDOC _м decomp разложившийся, кг	CH ₄ образованный = DDOC _м decomp _t * F*16/12	Выбросы CH ₄ = $\sum I_j[(CH_4 \text{ образованный}, j - R_j) * (1 - OX)]$
1990	0	12 950 589	12 950 589	0	0	0
1991	1	12 947 481	25 266 462	631 608	421 072	421 072
1992	2	13 040 245	37 074 447	1 232 260	821 507	821 507
1993	3	13 206 791	48 473 096	1 808 142	1 205 428	1 205 428
...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...
2017	12	10 825 953	181 959 015	8 774 180	5 849 453	5 849 453
2018	13	10 802 142	183 886 911	8 874 246	5 916 164	5 916 164
2019	14	10 777 110	185 695 750	8 968 270	5 978 847	5 978 847
2020	0	10 727 657	187 366 919	9 056 489	6 037 659	6 037 659

Составлено авторами

Таблица 4

**Расчет выбросов метана CH₄
от контролируемых СТО в городах Новосибирской области, кг**

Год	T	DDOC _м удаленный, кг	DDOC _{ма} накопленный, кг	DDOC _м decomp разложившийся, кг	CH ₄ образованный = DDOC _м decomp _t * F*16/12	Выбросы CH ₄ = $\sum I_j[(CH_4 \text{ образованный}, j - R_j) * (1 - OX)]$
1990	0	70 741 912	70 741 912	0	—	—
1991	1	70 871 975	138 163 763	3 450 124	2 300 082	2 300 082
1992	2	70 734 122	202 159 559	6 738 326	4 492 217	4 492 217
1993	3	70 153 944	262 454 066	9 859 438	6 572 959	6 572 959
...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...
2017	12	76 128 577	1 109 113 707	52 962 280	35 308 187	35 308 187
2018	13	76 412 487	1 131 434 080	54 092 114	36 061 409	36 061 409
2019	14	76 620 685	1 152 874 074	55 180 691	36 787 127	36 787 127
2020	0	76 582 569	1 173 230 311	56 226 332	37 484 221	37 484 221

Составлено авторами

В расчетах выбросов ПГ от бытовых сточных вод были рассмотрены три типа систем очистки и сброса. Так как на городских и сельских территориях проживает разное количество людей, то были учтено использование таких систем на городских и сельских территориях с использованием удельного веса численности их жителей (показатель U). В расчете были использованы значения среднегодовой постоянной численности городских и сельских жителей за 2017–2020 гг., предоставленные Росстатом. Выбросы метана от систем очистки коммунальных сточных вод были рассчитаны в 2017–2020 гг.

Таблица 5

Расчет выбросов CH₄ от систем очистки коммунальных сточных вод

Годы	2017	2018	2019	2020
Бытовые сточные воды, тыс. тонн CH ₄	15,71	15,80	15,90	15,90
Бытовые сточные воды, тыс. тонн CO ₂ -экв.	392,64	395,02	397,48	397,59

Составлено авторами

Промышленные сточные воды могут обрабатываться на месте, либо сбрасываться в бытовые канализационные системы. В таком случае данные выбросы должны включаться в категорию выбросов бытовых сточных вод. В данном разделе рассчитывалась оценка выбросов CH_4 в результате очистки сточных вод на территории предприятий. Только промышленные отходы со значительным содержанием углерода при намеренных или ненамеренных анаэробных условиях будут вырабатывать CH_4 .

Оценка потенциала образования CH_4 из промышленных сточных вод основывается на концентрации содержащихся в них органически разлагаемых веществ, (химическое потребление кислорода ХПК) их объеме (образование сточных вод) и склонности промышленного сектора к очистке сточных вод в анаэробной системе. Основные лидеры (типы производства) по образованию и загрязнению сточных вод: производство бумажной массы и бумаги; обработка мяса и птицы (скотобойни); производство алкоголя, пива, крахмала; производство органических химикатов; обработка других видов пищевых продуктов и напитков (молочные продукты, растительное масло, овощи и фрукты, консервы, соки и т. д.).

Было проанализировано производство основных видов продукции в натуральном выражении. А также был сделан расчет химического потребления кислорода для производства основных видов продукции в натуральном выражении Новосибирской области. И уже по этим данным были рассчитаны выбросы метана от промышленных сточных вод.

Таблица 6

Выбросы CH_4 и CO_2 -эквивалента от промышленных сточных вод

Годы	2017	2018	2019	2020
Промышленные сточные воды, тыс. тонн CH_4	1,69	1,76	1,76	1,93
Промышленные сточные воды, тыс. тонн CO_2 -экв.	42,29	43,93	43,96	48,30

Составлено авторами

Выбросы закиси азота (N_2O) могут быть прямыми из водоочистных станций или из сточных вод после сброса их в канавы, озера или море. Прямые выбросы от нитрификации и денитрификации на водоочистных сооружениях могут рассматриваться как незначительный источник, выбросы из истекаемых сточных вод значительно выше. Соответственно, в данном разделе авторами были рассмотрены косвенные выбросы N_2O из отвода отработанных сточных вод, сбрасываемых в водную среду. При этом важно отметить, что выбросы N_2O из обрабатываемых почв и выбросы CO_2 в результате применения извести и мочевины, согласно методике, учитываются в секторе «Сельское хозяйство».

Методология оценки выбросов из сточных вод основывается на предположении, что весь азот, относящийся к потреблению и бытовому использованию, в конце концов попадает в водотоки. Используемая методика не учитывает часть промышленных стоков, но охватывает весь сектор бытового водопользования.

Таблица 7

Выбросы N_2O от объектов сброса сточных вод

Показатель	2017	2018	2019	2020
$\text{N}_{\text{сток}}$, кг N/год	17 949 593	20 109 977	20 945 933	16 680 319
N_2O , кг N_2O /год	141 033	158 007	164 575	131 060
N_2O , тыс. тонн N_2O /год	0,14	0,16	0,16	0,13
CO_2 -эквивалент, тыс. тонн	42,03	47,09	49,04	39,06

Составлено авторами

Важно отметить, что на выбросы влияет обеспечение населения централизованной канализационной системой и качество очистки отходов и стоков. Здесь также играет роль соотношение жителей городских и сельских территорий, а еще количество потребления протеина (белка), потребленного на душу населения.

Таблица 8

Выбросы парниковых газов в Новосибирской области от сектора «Отходы»

Показатель	Млн т CO ₂ эквивалента				% от соответствующего показателя по РФ		
	2017	2018	2019	2020	2017	2018	2019
Всего по сектору «Отходы»	1,51	1,54	1,56	1,57	1,57 %	1,56 %	1,56 %
Всего от захоронения твердых отходов	1,03	1,05	1,07	1,09	1,48 %	1,47 %	1,47 %
Выбросы CH ₄ от ТКО (управляемые СТО*)	0,88	0,90	0,92	0,94	-	-	-
Выбросы CH ₄ от ТКО (неклассифицированные СТО)	0,15	0,15	0,15	0,15	-	-	-
Выбросы CH ₄ от ТПО ** (промышленные отходы)	НД	НД	НД	НД	-	-	-
Всего от биологическая обработка твердых отходов	НД	НД	НД	НД	-	-	-
Всего от очистки жидких отходов и стоков	0,48	0,49	0,49	0,48	1,79 %	1,80 %	1,80 %
Выбросы CH ₄ от бытовых сточных вод	0,39	0,40	0,40	0,40	-	-	-
Выбросы CH ₄ от промышленных сточных вод	0,04	0,04	0,04	0,05	-	-	-
Выбросы N ₂ O от сточных вод	0,04	0,05	0,05	0,04	-	-	-
Всего от сжигания	НД	НД	НД	НД	-	-	-

* СТО — свалки твердых отходов. ** ПТО — промышленные твердые отходы. Составлено авторами

Таким образом, отходы Новосибирской области в 2019 г. составили 5,41 % от выбросов ПГ по НСО, что примерно сопоставимо с российским показателем — 6,32 % (доля сектора «Отходы» в общем объеме отходов в РФ). Основной вклад в выбросы ПГ вносят выбросы от захоронения ТКО, за последние четыре года эмиссия увеличилась на 0,06 млн т CO₂-эквивалента от 1,03 млн т CO₂-эквивалента в 2017 г. до 1,09 млн т CO₂-эквивалента в 2020 г., основным фактором роста является увеличение городского населения и отсутствие эффективной структуры управления раздельным сбором отходов.

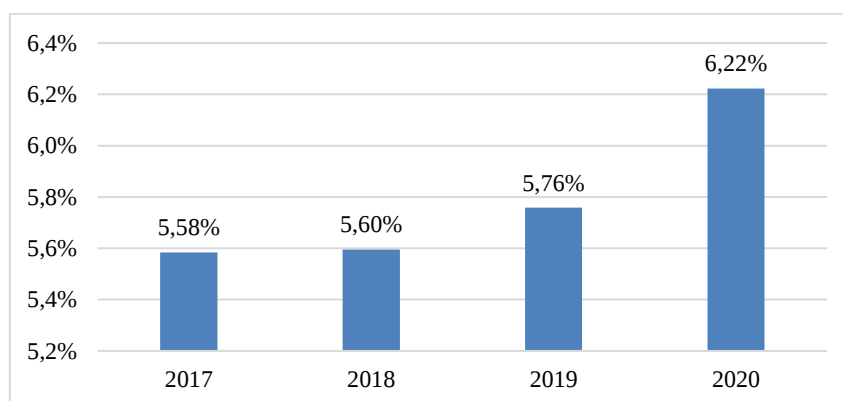


Рисунок 3. Доля выбросов ПГ по сектору «Отходы» в общих выбросах Новосибирской области (составлено авторами)

В 2020 г. сточные воды занимали 30,8 % выбросов ПГ от сектора «Отходы» в Новосибирской области, все остальное — выбросы от ТКО. На территории Новосибирской области есть два места с очистными сооружениями: первое — на Колыванском шоссе, второе — в Искитиме. Практически все сточные воды направляются на первые очистные сооружения (даже из Советского района и г. Бердска). Несмотря на постепенную замену конструкций, очистные сооружения Новосибирской области далеко не новые, все процессы происходят

очистки сточных вод под открытым небом. Соответственно происходят выбросы парниковых газов. Важно и необходимо проводить модернизацию очистных сооружений.

В соответствии с целевым сценарием Стратегии социально-экономического развития РФ с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 г., для снижения выбросов парниковых газов в части обращения с отходами производства и потребления предполагается использование следующих инструментов: внедрение ресурсосберегающих и малоотходных технологий, осуществление перехода на наилучшие доступные технологии, формирование экономики замкнутого цикла, совершенствование системы обращения с отходами, осуществление перехода к раздельному сбору отходов и пр. Также одним из инструментов является распространение технологий сбора свалочного газа и его использование в качестве топлива, максимальное направление органических отходов на объекты по производству, в том числе товарного компоста, биогаза или кормов и кормовых добавок. Кроме перечисленного, есть перспективное направление исследований по получению биочара (биоугля с высоким содержанием полезных элементов) из органических отходов и дальнейшее его применение в сельском хозяйстве. Возможные разные грамотные способы обработки и утилизации ТКО, и они уже повсюду применяются в других странах, России необходимо лишь адаптировать имеющийся опыт.

Выводы

Отходы представляют важную составляющую углеродного баланса стран и регионов. Несмотря на небольшой вклад сектора «Отходы» в углеродном балансе страны и регионов (1,57 млн т CO₂-эквивалента в 2020 г. в Новосибирской области), формирование квалифицированной системы утилизации отходов имеет большое значение для всей страны в целом. Грамотная утилизация отходов снижает влияние на уровень загрязнения окружающей среды и, как следствие, являясь источником выбросов парниковых газов, снижает влияние на изменение климата.

Обзор сектора «Отходы» по Новосибирской области выявил, что практически 99 % образующихся отходов на территории области утилизируются методом захоронения на мусорных полигонах. И несмотря на наличие мусоросортировочных заводов, раздельный сбор отходов слабо развит.

Формирование базы данных показало пробелы в предоставлении отчетности по форме 2-ТП отходы от ИП и юридических лиц, а также по форме 1-КХ, следствием чего явилась невозможность проведения расчетов по отдельным показателям в структуре сектора «Отходы». Таким образом обзор сектора был осуществлен в неполном объеме. Проведение апробирования существующей методологии оценки с учетом выявленных особенностей объекта показало достаточно большую неопределенность, связанную с неполнотой информации (статистических данных). При расчете выбросов от промышленных отходов и сжигания возможно увеличение итоговых цифр выбросов более, чем в 2 раза.

Практическая значимость результатов исследования состоит в получении численных оценок выбросов по сектору, которые могут быть использованы для формирования кадастра парниковых выбросов для Новосибирской области. Также результаты и их аналитическое представление могут послужить основой для формирования региональной политики в области управления углеродным балансом и выбора основных мероприятий ее реализации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бояркин Д.В. Вопросы установления нормативов накопления как один из аспектов реформы обращения с твердыми коммунальными отходами // Приволжский научный журнал. — 2020. — № 1. — С. 171–177.
2. Коновалов В.Б. Анализ нормирования объемов накопления твердых коммунальных отходов в Российской Федерации / Коновалов В.Б., Зенкевич М.Ю., Прокофьев В.Е., Янович К.В. // Актуальные проблемы военно-научных исследований. — 2019. — № 3. — С. 170–182.
3. Путинцева Н.А. Организация раздельного сбора твердых коммунальных отходов в России // Петербургский экономический журнал. — 2019. — № 1. — С. 81–88.
4. Глеба О.В. Раздельный сбор отходов в России: проблемы и пути решения/ Глеба О.В., Чудакова К.А. // Аграрное и земельное право. — 2020. — № 2(182). — С. 56–59.
5. Латыпова М.В. Анализ развития системы обращения с твердыми коммунальными отходами в России: проблемы и перспективы с учетом европейского опыта // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. — 2018. — Т. 14. — № 4(361). — С. 741–758.
6. Марьев В.А. Инновационная система организации, учета обращения с твердыми коммунальными и крупногабаритными отходами, экономического стимулирования их раздельного сбора и обработки / Марьев В.А., Гаев Ф.Ф., Шканов С.И., Якушина А.М., Рахманов М.Л., Величко Е.Г., Юшин В.В., Вахрушев С.А., Цховребов Э.С. // Вестник МГСУ. — 2019. — Т. 14. — № 1(124). — С. 46–59.
7. Панова А.С. Очистка сточных вод предприятий пищевой промышленности с получением биогаза / Панова А.С., Рахманов Ю.А. // Альманах научных работ молодых ученых Университета ИТМО. — 2018. — Т. 4. — С. 204–207.
8. Сычков С.И. Охрана окружающей среды и повышение экологической безопасности при получении и утилизации биогаза при обработке осадка очистных сооружений производственных сточных вод предприятий агропромышленного комплекса и фермерских хозяйств // Исторические, философские, методологические проблемы современной науки: Сборник статей 1-й Международной научной конференции молодых ученых, Курск, 20 апреля 2018 года / Ответственный редактор А.А. Горохов. — 2018. — С. 273–276.
9. Балчугов Д.В. Обследование очистных сооружений канализации городов и поселков Новосибирской области / Балчугов Д.В., Тихонова Д.В., Яковлева Е.И., Зинунова Е.А., Кедрова Д.О., Куприянова А.А., Милосердова Т.С., Хакимов П.З., Трофимов А.С., Чуриков С.В., Платошечкин А.В. // Труды Новосибирского государственного архитектурно-строительного университета (Сибстрин). — 2020. — Т. 23. — № 2. — С. 5–12.
10. Шабанова М.А. Раздельный сбор бытовых отходов в России: уровень, факторы и потенциал включения населения // Мир России. Социология. Этнология. — 2019. — Т. 28. — № 3. — С. 88–112.

Krivosheeva Olga Igorevna

Novosibirsk National Research State University, Novosibirsk, Russia
E-mail: o.krivosheeva@ngs.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0224-3463>

Filimonova Irina Viktorovna

Novosibirsk National Research State University, Novosibirsk, Russia
Institute of Petroleum Geology and Geophysics named after A.A. Trofimuk
of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia
E-mail: filimonovaiv@list.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4447-6425>

Mishenin Mikhail Vladimirovich

Novosibirsk National Research State University, Novosibirsk, Russia
Institute of Petroleum Geology and Geophysics named after A.A. Trofimuk
of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia
E-mail: m.mishenin@ngs.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7017-1698>

Ivershin Anastasia Viktorovna

Novosibirsk National Research State University, Novosibirsk, Russia
E-mail: nastya.ivershin.89@mail.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1289-2467>

Carbon footprint of the Novosibirsk region Waste sector

Abstract. To achieve carbon neutrality in Russia by 2060, it is necessary to regulate the volume of greenhouse gases at the regional level. Among all regions of Russia, the balance of greenhouse gases by sectors of the economy is calculated only for the Sakhalin region. The study of this article aims to assess the level of greenhouse gas emissions from the Waste sector in Novosibirsk region, taking into account territorial and sectoral characteristics. During the study, the authors used the methodology of the Intergovernmental Panel on Climate Change and the methodological recommendations of the Ministry of Natural Resources and Environment of Russia № 15p, through which the authors evaluated methane (CH₄) and nitrogen oxide (N₂O) emissions from solid waste disposal and from the treatment of liquid waste and effluents. Greenhouse gas emissions in 2020 were 1.57 mln. t CO₂ equivalent, including 1.09 mln. t CO₂-equivalent from solid waste disposal and 0.48 mln. t CO₂ equivalent from liquid waste and sewage treatment. The main contributor to the growth of greenhouse gas emissions was emissions from solid municipal waste disposal, increasing by 0.06 million tons of CO₂-equivalent over the past four years. Analysis of the current state and calculation has shown that the Novosibirsk Region has a low level of infrastructure development for separate waste collection, capacities of waste-sorting plants, as well as equipment of the centralized sewage system and quality of waste and effluent treatment. Therefore, it is necessary to introduce resource-saving and low-waste technology, the formation of a closed-cycle economy, the implementation of the transition to the multi-container separate collection of waste. It is advisable to disseminate technologies for collection of landfill gas and its use as fuel, the direction of organic waste for the production of commercial compost, biogas or feed and feed additives, as well as the development of technologies for obtaining biochar from organic waste and its further use in agriculture.

Keywords: municipal solid waste; greenhouse gases; Novosibirsk region; carbon dioxide; carbon footprint; organic waste; separate waste collection; wastewater

REFERENCES

1. Boyarkin D.B. Issues of establishing the standards of accumulation as one of the aspects of the reform of solid municipal waste management // Privolzhsky scientific journal. — 2020. — №. 1. — PP. 171–177.
2. Konovalov V.B. Analysis of rationing volumes of accumulation of solid municipal waste in the Russian Federation / V.B. Konovalov, Zenkevich M.Y., Prokofiev V.E., Yanovich K.V. // Actual problems of military and scientific research. — 2019. — № 3. — PP. 170–182.
3. Putintseva N.A. Organization of separate collection of solid municipal waste in Russia // St. Petersburg Economic Journal. — 2019. — № 1. — PP. 81–88.
4. Gleba O.V., Chudakova K.A. Separate waste collection in Russia: problems and solutions / Gleba O.V., Chudakova K.A. // Agrarnoe i zemelnoe pravo. — 2020. — № 2(182). — PP. 56–59.
5. Latypova M.V. Analysis of the development of the system of solid municipal waste management in Russia: problems and prospects in view of the European experience // National Interests: Priorities and Security. — 2018. — VOL. 14. — № 4(361). — PP. 741–758.
6. Mariev V.A. Innovative system of organization, accounting of solid municipal and bulky waste management, economic incentives for their separate collection and processing / Mariev V.A., Gaev F.F., Shkanov S.I., Yakushina A.M., Rakhmanov M.L., Velichko E.G., Yushin V.V., Vakhrushev S.A., Tskhovrebov E.S. // Bulletin of Moscow State University. — 2019. — VOL. 14. — № 1(124). — PP. 46–59.
7. Panova A.S. Wastewater treatment of food industry enterprises with obtaining biogas / Panova A.S., Rakhmanov Yu.A. // Almanac of scientific papers of young scientists of ITMO University. — 2018. — VOL. 4. — PP. 204–207.
8. Sychkov S.I. Environmental protection and improvement of environmental safety in obtaining and utilization of biogas in the treatment of sludge of treatment facilities of industrial wastewater of agricultural enterprises and farms // Historical, philosophical, methodological problems of modern science: Collection of articles of the 1st International Scientific Conference of young scientists, Kursk, April 20, 2018 / Editor in Chief A.A. Gorokhov. — 2018. — PP. 273–276.
9. Balchugov D.V. Survey of sewage treatment facilities of cities and towns in the Novosibirsk region / Balchugov D.V., Tikhonova D.V., Yakovleva E.I., Zinurova E.A., Kedrova D.O., Kupriyanova A.A., Miloserdova T.S., Khakimov P.Z., Trofimov A.S., Churikov S.V., Platoshechkin A.V. // Proceedings of Novosibirsk State Architectural and Construction University (Sibstrin). — 2020. — VOL. 23. — № 2. — PP. 5–12.
10. Shabanova M.A. Separate collection of household waste in Russia: the level, factors and potential for inclusion of the population // World of Russia. Sociology. Ethnology. — 2019. — VOL. 28. — № 3. — PP. 88–112.