

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ НАКОПЛЕНИЯ ТВЁРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ В МАЛЫХ ГОРОДАХ: ПУТИ ПЕРЕХОДА К УСТОЙЧИВЫМ МОДЕЛЯМ ОБРАЩЕНИЯ С ТКО

ENVIRONMENTAL AND BIOMEDICAL CONSEQUENCES OF MUNICIPAL SOLID WASTE ACCUMULATION IN SMALL TOWNS: TRANSITION PATHWAYS TOWARD SUSTAINABLE WASTE MANAGEMENT MODELS

Z. Alieva

R. Daudova

Z. Rashkueva

Summary. The article examines the environmental and biomedical consequences of municipal solid waste (MSW) accumulation in small towns of the Russian Federation. Based on field studies, environmental quality assessments, public health statistics, and sociological surveys, the authors identify key ecological risks and threats to human health associated with ineffective waste management. The study reveals that the absence of modern infrastructure, inadequate sanitary control, and low public participation contribute to increased soil, water, and air pollution, as well as higher incidence rates of respiratory, infectious, and oncological diseases. The need for a transition to sustainable MSW management models is substantiated, including waste sorting, recycling, sanitary monitoring, and environmental education. The article presents recommendations for integrating ecological and biomedical approaches into local waste management systems in small municipalities.

Keywords: municipal solid waste (MSW), small towns, environmental safety, public health, environmental pollution, sustainable development, sanitary risks, waste recycling, biomedical consequences.

Алиева Заира Абдурахмановна
Кандидат биологических наук, доцент,
Дагестанский государственный педагогический
университет им. Р. Гамзатова (Махачкала)
Alza67@mail.ru

Даудова Рабият Далгатовна
Кандидат биологических наук, доцент,
Дагестанский государственный педагогический
университет им Р. Гамзатова (Махачкала)
daudova1@mail.ru

Рашкуева Заира Исмаиловна
Кандидат биологических наук, доцент,
Дагестанский государственный педагогический
университет им Р. Гамзатова (Махачкала)
rashkueva_afg@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются экологические и медико-биологические последствия накопления твёрдых коммунальных отходов (ТКО) в малых городах Российской Федерации. На основе полевых исследований, анализа состояния окружающей среды, статистических данных по заболеваемости населения и социологических опросов выявлены ключевые экологические риски и угрозы общественному здоровью, связанные с неэффективным управлением отходами. Показано, что отсутствие современной инфраструктуры, санитарного контроля и участия населения приводят к росту загрязнения почвы, воды и воздуха, а также к увеличению заболеваемости органов дыхания, инфекционными и онкологическими заболеваниями. Обоснована необходимость перехода к устойчивым моделям обращения с ТКО, включающим сортировку, переработку, санитарный мониторинг и экологическое просвещение. Представлены рекомендации по интеграции экологических и медико-санитарных подходов в систему управления отходами в малых населённых пунктах.

Ключевые слова: твёрдые коммунальные отходы (ТКО), малые города, экологическая безопасность, здоровье населения, загрязнение окружающей среды, устойчивое развитие, санитарные риски, переработка отходов, медико-биологические последствия.

Введение

В современном мире проблема управления твёрдыми коммунальными отходами (ТКО) приобретает всё большую актуальность, особенно в условиях развития и жизнеобеспечения малых городов, где ограниченные ресурсы и инфраструктурные возможности значительно осложняют реализацию эффективной си-

стемы обращения с отходами. Устойчивый рост объемов ТКО, обусловленный как урбанизацией, так и изменением потребительского поведения населения, приводит к ряду острых экологических и медико-биологических последствий, которые затрагивают все компоненты окружающей среды и напрямую влияют на здоровье человека [13]. Накопление отходов на несанкционированных или перегруженных полигонах сопровождается

загрязнением почв, водоёмов и атмосферного воздуха токсичными веществами, включая диоксины, тяжёлые металлы и микропластик. Такие условия способствуют увеличению заболеваемости среди населения — прежде всего, болезнями дыхательной системы, онкологическими и инфекционными заболеваниями, нарушениями репродуктивного здоровья [12, с. 98].

Актуальность исследования обусловлена необходимостью разработки и внедрения устойчивых моделей обращения с ТКО, ориентированных на экологическую безопасность, защиту здоровья населения и рациональное использование ресурсов, что требует комплексного подхода, включающего экологическую, медицинскую, социальную и экономическую составляющие. Особое значение приобретает интеграция современных технологий, развитие «зелёной» инфраструктуры и вовлечение населения в процессы раздельного сбора и переработки отходов.

Настоящее исследование направлено на выявление ключевых экологических и медико-биологических рисков, связанных с неэффективным управлением ТКО в малых городах, а также на обоснование практических рекомендаций по переходу к устойчивым и безопасным моделям обращения с отходами в рамках концепции устойчивого развития.

Обзор литературы

В научной литературе отмечается, что устойчивое обращение с ТКО требует комплексного подхода, включающего мониторинг экологических последствий, оценку санитарно-гигиенических рисков, развитие нормативной базы и внедрение инновационных технологических решений [1, с. 475]. Экологическая деградация, вызванная неправильным управлением отходами, может опосредованно влиять на усиление антимикробной устойчивости [8, с. 90]. Места длительного скопления бытовых отходов — особенно органического происхождения — становятся потенциальными резервуарами патогенной микрофлоры и антибиотикорезистентных штаммов [11, с. 36].

Согласно ряду исследований, значительное влияние на эффективность системы управления отходами оказывает территориальный фактор: в малых городах и сельских поселениях проблемы утилизации отходов проявляются острее по сравнению с мегаполисами. Причины этого включают в себя: ограниченность бюджетных ресурсов, низкий уровень экологической грамотности населения и отсутствие современных полигонов и предприятий по переработке отходов [9, с. 24].

Отдельные исследования акцентируют внимание на воздействии несанкционированных и переполнен-

ных свалок на окружающую среду. В частности, сообщается о проникновении тяжёлых металлов и токсичных органических соединений в почвы и грунтовые воды [15, с. 44], что приводит к биологической аккумуляции загрязнителей в организмах животных и человека [5, с. 879]. Также указывается на загрязнение атмосферы метаном, диоксинами и другими продуктами анаэробного разложения, что усугубляет ситуацию с климатическими изменениями [16, с. 69].

Медико-биологические аспекты накопления ТКО подробно рассматриваются в работах отечественных и зарубежных исследователей. Отмечено, что проживание вблизи свалок и полигонов достоверно связано с повышенной заболеваемостью бронхолёгочными заболеваниями, дерматитами, нарушениями репродуктивной функции, а также с увеличением риска онкопатологий [6, с. 3]. Кроме того, микробиологические исследования выявили высокую концентрацию патогенных микроорганизмов в местах несанкционированного размещения отходов, что создаёт угрозу распространения инфекционных заболеваний [14, с. 195]. В наших предыдущих исследованиях, посвящённых оценке влияния неблагоприятных экологических факторов на физическое развитие подростков, результаты показали, что под действием вредных факторов — в том числе загрязнения воздуха, почвы и воды — наблюдаются достоверные изменения в антропометрических показателях: снижение массы тела, роста и нарушения в темпах биологического созревания [2, с. 32; 4, с. 292]. Кроме того, мы отмечали рост заболеваемости в регионах с недостаточным санитарным контролем, плохим состоянием водоснабжения и отсутствием систематического вывоза бытовых отходов, что создаёт условия для распространения патогенных микроорганизмов, что особенно актуально для малых городов и сельских территорий, где часто отсутствует централизованная инфраструктура [3, с. 499].

Наши исследования подтверждаются исследованиями других российских учёных, например Б.А. Склярова, который указывает, что взаимодействия между различными видами микроорганизмов в условиях человеческого организма и загрязненной окружающей среды могут привести к нарушению баланса микрофлоры и способствуют усилению патогенности отдельных микробных агентов и росту заболеваемости [10, с. 31].

На международном уровне реализуются различные модели устойчивого обращения с отходами, включающие принципы «нулевых отходов» (Zero Waste), расширенной ответственности производителей (EPR) и циркулярной экономики. Эффективность таких подходов подтверждена практиками стран ЕС, Японии и Южной Кореи [17, с. 8578; 18, с. 60; 19]. В российском контексте, несмотря на наличие нормативно-правовой базы (включая федеральный проект «Чистая страна» и националь-

ный проект «Экология»), многие регионы, особенно с малым населением, сталкиваются с трудностями на этапе реализации реформы ТКО [7].

Материалы и методы исследования

В рамках настоящего исследования была использована совокупность методов, направленных на комплексную оценку экологических и медико-биологических последствий накопления твёрдых коммунальных отходов (ТКО) в условиях малых городов. Объектом исследования послужили населённые пункты с численностью населения менее 50 тысяч человек, расположенные в Республике Дагестан.

На территории выбранных муниципалитетов были проведены обследования существующих мест накопления и размещения ТКО (санкционированные и несанкционированные свалки, контейнерные площадки, полигоны). Отбор проб почвы, поверхностных и подземных вод, а также атмосферного воздуха осуществлялся с соблюдением методических указаний Минприроды РФ. Анализ проб проводился с использованием следующих методик:

- Почва — определение содержания тяжёлых металлов (Pb, Cd, Hg, Zn) методом атомно-абсорбционной спектрометрии;
- Вода — выявление микробиологического загрязнения (ОКБ, ТКБ, патогенные микроорганизмы) и химического состава (нитраты, фосфаты, нефтепродукты);
- Воздух — оценка концентраций аммиака, сероводорода, метана и взвешенных частиц (PM2.5 и PM10) с использованием портативных газоанализаторов.

Была проведена ретроспективная оценка заболеваемости населения, проживающего вблизи объектов накопления ТКО, на основе официальных данных территориальных органов Роспотребнадзора и медико-санитарных учреждений за период 2015–2024 гг. Особое внимание уделялось следующим группам заболеваний:

- Болезни органов дыхания (J00–J99 по МКБ-10);
- Онкологические заболевания (C00–D48);
- Инфекционные и паразитарные болезни (A00–B99);
- Болезни кожи и подкожной клетчатки (L00–L99).

Полученные данные были обработаны с использованием методов корреляционного анализа и вычисления относительного риска (RR) при сопоставлении с контрольными территориями, не подвергшимися отходному воздействию.

В рамках социологического блока проведён опрос среди местных жителей ($n = 350$) с целью выявления

уровня экологической осведомлённости, отношения к раздельному сбору отходов, а также фиксировались жалобы на состояние здоровья и санитарные условия проживания. Анкетирование проводилось в полуформализованной форме с использованием сервиса Yandex Forms и бумажных опросников.

Осуществлён анализ стратегий обращения с отходами, утверждённых на региональном и муниципальном уровнях, в том числе паспортов территориальных схем ТКО, программ «Чистая страна», проектов модернизации полигонов и объектов переработки. Проведена оценка соответствия этих документов принципам устойчивого развития и международным стандартам.

Результаты

В ходе проведённого исследования были получены количественные и качественные данные, позволяющие оценить масштабы экологического загрязнения, степень медико-биологического воздействия ТКО, а также уровень готовности малых городов к переходу на устойчивые модели обращения с отходами.

1. Экологическое состояние территорий накопления ТКО. Обследование объектов размещения отходов выявило следующее:
 - В 100 % обследованных полигонов отсутствовала надлежащая гидроизоляция и системы сбора фильтрата, что способствует инфильтрации загрязняющих веществ в почвенно-грунтовые слои.
 - В 72 % случаев зафиксированы несанкционированные свалки вблизи жилой застройки (менее 500 м от границ населённых пунктов), не включённые в региональные схемы обращения с ТКО. Пробы почвы, отобранные в радиусе 1 км от полигонов, показали превышение предельно допустимых концентраций (ПДК) тяжёлых металлов: свинец — в 4,6 раза, кадмий — в 2,8 раза, ртуть — в 1,9 раза.
 - В поверхностных водоёмах, расположенных в низинах около свалок, обнаружено превышение ПДК по нитратам (в 3,2 раза), фосфатам (в 2,5 раза) и нефтепродуктам (в 2,1 раза), что свидетельствует о дренажном поступлении загрязнителей с тел свалок.
2. Качество атмосферного воздуха. Мониторинг атмосферного воздуха в зоне влияния ТКО выявил:
 - Превышение санитарных норм по метану (до 18 мг/м³), сероводороду (до 0,09 мг/м³) и аммиаку (до 0,25 мг/м³) на границах полигонов.
 - Повышенные концентрации взвешенных частиц PM2.5 и PM10 в сухую и жаркую погоду, особенно в зоне открытого сжигания отходов, что представляет риск для дыхательной системы населения.

3. *Медико-биологические последствия.* Анализ статистики заболеваемости в районах, прилегающих к местам размещения отходов, показал устойчивую отрицательную динамику:
 - Уровень заболеваемости бронхиальной астмой среди детей на 100 тыс. населения выше среднего по региону на 35 %.
 - Частота онкологических заболеваний (в первую очередь — злокачественные новообразования органов ЖКТ и дыхательных путей) выше на 22 % по сравнению с контрольными территориями.
 - Зарегистрировано увеличение числа кожных аллергических реакций и инфекций, связанных с плохими санитарно-гигиеническими условиями, особенно в летний период.
4. *Общественное восприятие и экологическая культура.* По результатам социологического опроса:
 - Лишь 18 % респондентов сообщили, что в их городе реализован раздельный сбор отходов.
 - 62 % опрошенных считают ситуацию с мусором критической или угрожающей.
 - 54 % заявили о готовности участвовать в экологических инициативах при наличии соответствующей инфраструктуры и информационной поддержки.
5. *Состояние системы управления отходами.* Анализ нормативных документов и муниципальных программ показал:
 - Недостаточную интеграцию принципов устойчивого развития и ресурсосбережения в действующие планы.
 - Доминирование схем захоронения отходов (до 90 % ТКО), при отсутствии полноценной сортировки и переработки.

Выводы

В результате проведённого исследования установлено, что система обращения с твёрдыми коммунальными отходами (ТКО) в малых городах характеризуется высокой степенью экологической и санитарно-эпидемиологической напряжённости. Выявленные факты подтверждают, что накопление и неэффективное управление ТКО ведут к деградации природной среды, формированию очагов химического и микробиологического загрязнения,

а также способствуют росту заболеваемости среди местного населения.

Основные выводы можно сформулировать следующим образом:

- На территории малых городов наблюдается систематическое превышение предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ в почве, воде и воздухе в зонах воздействия полигонов и несанкционированных свалок. Особенно выражено загрязнение тяжёлыми металлами и биогенными соединениями.
- Зафиксирована устойчивая связь между проживанием вблизи объектов накопления ТКО и повышенным уровнем заболеваний органов дыхания, кожи, а также онкопатологий. Полученные данные свидетельствуют о наличии реальных угроз здоровью населения.
- Население малых городов в целом осознаёт экологические проблемы, однако ограниченность инфраструктуры, слабая информационная поддержка и низкий уровень вовлечённости граждан в процессы раздельного сбора отходов тормозят переход к устойчивым моделям обращения с ТКО.
- Анализ муниципальной и региональной нормативной документации выявил дефицит системного подхода к управлению отходами. В большинстве случаев отсутствуют чёткие ориентиры на сокращение захоронения, переработку и повторное использование отходов.
- Повсеместное внедрение принципов циркулярной экономики, расширенной ответственности производителя, экологического просвещения и технологической модернизации должно стать приоритетным направлением реформы ТКО в малых городах.

Таким образом, для минимизации экологических и медико-биологических последствий накопления ТКО в малых населённых пунктах требуется комплексное вмешательство: модернизация инфраструктуры, усиление надзорных функций, стимулирование раздельного сбора и переработки, а также активизация участия местного сообщества в решении мусорной проблемы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бондаренко, О.А. Проблема утилизации твердых коммунальных отходов в Российской Федерации в рамках национального проекта «Экология» / О.А. Бондаренко, А.О. Гомалеев // Актуальные вопросы современной экономики. — 2022. — № 10. — С. 475–478. — EDN CPVZCV.
2. Даудова, Р.Д. Влияние неблагоприятных факторов окружающей среды на антропометрические показатели подростков / Р.Д. Даудова, З.И. Рашиева, У.А. Гаджиева // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Психолого-педагогические науки. — 2021. — Т. 15, № 2. — С. 32–38. — DOI 10.31161/1995-0675-2021-15-2-32-38. — EDN UOKOLA.
3. Даудова, Р.Д. Динамика заболеваемости острых кишечных инфекций в Дагестане / Р.Д. Даудова, Т.М. Джамалутдинова, З.И. Рашиева // Наука и образование: состояние, проблемы, перспективы развития : материалы научной сессии профессорско-преподавательского состава Дагестанского государственного педагогического университета, посвященной Году образования в Республике Дагестан, Махачкала, 19–20 мая 2022 года. — Махачкала: Дагестанский государственный педагогический университет, 2022. — С. 499–502. — EDN GNUUGW.

4. Даудова, Р.Д. Нарушение экологии и здоровье современного ребенка / Р.Д. Даудова, К.М. Магдиева // Биоразнообразие и рациональное использование природных ресурсов: материалы докладов XI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Махачкала, 27–28 апреля 2023 года. — Махачкала: Дагестанский государственный педагогический университет им. Р. Гамзатова, 2023. — С. 292–296. — EDN Z0QZBY.
5. Климова, Е.В. Экологическая опасность мест складирования отходов производства и потребления / Е.В. Климова // Экологическая безопасность в АПК. Реферативный журнал. — 2008. — № 4. — С. 879. — EDN JVJGGX.
6. Манжуров, И.Л. Многофакторная оценка влияния окружающей среды на развитие онкологических заболеваний / И.Л. Манжуров, В.Л. Лежнин // Экология человека. — 2015. — № 1. — С. 3–9. — EDN TIAGPV.
7. Минприроды России. Паспорт федерального проекта «Чистая страна» // Национальный проект «Экология» [Электронный ресурс]. — URL: <https://www.mnr.gov.ru> (дата обращения: 25.06.2025).
8. Nikolaev, N.B. Влияние несанкционированных свалок на состояние окружающей среды / N.B. Nikolaev, N.C. Samarskaya // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. — 2021. — № 2(55). — С. 90–93. — EDN SZPLSU.
9. Роздольская, И.В. Развитие процессов эколого-экономического взаимодействия в процессе использования земельных ресурсов в региональном формате / И.В. Роздольская, Ю.А. Мозговая, Д.Н. Черкасова // Государственное и муниципальное управление в XXI веке: теория, методология, практика. — 2016. — № 25. — С. 24–29. — EDN WTPTSV.
10. Скляров, Б.А. Актуальные проблемы интерференции микроорганизмов в патогенезе инфекционных заболеваний / Б.А. Скляров // Научное сообщество студентов XXI столетия. Естественные науки: Сборник статей по материалам CXXIV студенческой международной научно-практической конференции, Новосибирск, 29 мая 2023 года. Том 5 (120). — Новосибирск: Общество с ограниченной ответственностью «Сибирская академическая книга», 2023. — С. 31–33. — EDN QICORY.
11. Скляров, Б.А. Оценка стратегий предотвращения и контроля распространения антимикробной устойчивости в медицинских учреждениях / Б.А. Скляров // Вопросы экспертизы и качества медицинской помощи. — 2023. — № 6. — С. 36–37. — EDN MGMAMO.
12. Скляров, Б.А. Распространение множественных лекарственных резистентных бактерий: факторы риска и меры контроля / Б.А. Скляров, А.А. Нетронин // Научный аспект. — 2023. — Т. 1, № 9. — С. 98–102. — EDN VEQXXJ.
13. Соколов, Л.И. Управление отходами (waste management) / Л.И. Соколов. — Москва: Общество с ограниченной ответственностью «Издательство «Инфра-Инженерия», 2018. — 208 с. — ISBN 978-5-9729-0246-0. — EDN ZDKSV.
14. Степанцов, С.С. Несанкционированное размещение мусорных отходов как источник распространения инфекций / С.С. Степанцов // Наука молодых — будущее России: сборник научных статей 8-й Международной научной конференции перспективных разработок молодых ученых, Курск, 12–13 декабря 2023 года. — Курск: Университетская книга, 2023. — С. 195–197. — EDN SMOTJQ.
15. Шулепова, О.В. О влиянии твёрдых бытовых отходов на почву: региональный аспект / О.В. Шулепова, А. Смирнова // Агропродовольственная политика России. — 2019. — № 2(86). — С. 44–47. — EDN DZWCGD.
16. Юганова, Т.И. Продукты механико-биологической обработки твердых коммунальных отходов: состав, Сравнение биоактивности с захороненными ТКО, тяжелые металлы / Т.И. Юганова // Геоэкология. Инженерная геология, гидрогеология, геокриология. — 2022. — № 3. — С. 69–81. — DOI 10.31857/S0869780922030092. — EDN GZFkor.
17. Kasassi A., Rakimbei P., Zarkadas C. et al. Soil contamination by heavy metals: measurements from a closed unlined landfill // Bioresource Technology. — 2008. — Vol. 99(18). — P. 8578–8584.
18. Porta D., Milani S., Lazzarino A.I. et al. Systematic review of epidemiological studies on health effects associated with management of solid waste // Environmental Health. — 2009. — Vol. 8. — P. 60.
19. UNEP. Global Waste Management Outlook. — United Nations Environment Programme, 2015. — 342 p.

© Алиева Заира Абдурахмановна (Alza67@mail.ru); Даудова Рабият Далгатовна (daudova1@mail.ru);

Рашкуева Заира Исмаиловна (rashkueva_afg@mail.ru)

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»