

Вестник Евразийской науки / The Eurasian Scientific Journal <https://esj.today>

2023, Том 15, № 2 / 2023, Vol. 15, Iss. 2 <https://esj.today/issue-2-2023.html>

URL статьи: <https://esj.today/PDF/33NZVN223.pdf>

DOI: 10.15862/33NZVN223 (<https://doi.org/10.15862/33NZVN223>)

Ссылка для цитирования этой статьи:

Курочкина, В. А. Основные экологические проблемы в сфере обращения с отходами на примере архангельской области / В. А. Курочкина // Вестник евразийской науки. — 2023. — Т. 15. — № 2. — URL: <https://esj.today/PDF/33NZVN223.pdf> DOI: 10.15862/33NZVN223

For citation:

Kurochkina V.A. Main environmental problems of waste management by the example of the Arkhangelsk region. *The Eurasian Scientific Journal*. 2023; 15(2): 33NZVN223. Available at: <https://esj.today/PDF/33NZVN223.pdf>. (In Russ., abstract in Eng.) DOI: 10.15862/33NZVN223

Курочкина Валентина Александровна

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет»,
Москва, Россия

Доцент кафедры «Инженерных изысканий и геоэкологии»

Кандидат технических наук, доцент

E-mail: kurochkina.mgsu.ru@yandex.ru

РИНЦ: https://www.elibrary.ru/author_profile.asp?id=657072

Основные экологические проблемы в сфере обращения с отходами на примере архангельской области

Аннотация. В статье рассмотрена проблема обращения с отходами на примере Архангельской области и ее областного центра, для которого характерна проблема вывоза твердых коммунальных и бытовых отходов, что негативно влияет на экологическую обстановку всего региона. Выделены факторы, определяющие специфику обращения с ТКО в регионах арктической зоны РФ (АЗРФ).

В статье отмечено, что многие страны реализуют программы по переработке твердых коммунальных отходов (ТКО) с целью улучшения экологической обстановки и повышения качества жизни. В российских же городах преобладает традиционный экстенсивный подход к утилизации ТКО.

Представлен прогноз роста количества несанкционированных свалок и полигонов. Проанализировано влияние полигонов ТКО и несанкционированных свалок на состояние окружающей среды города. Проанализированы динамика формирования объемов отходов и численности населения, дана геоэкологическая оценка состояния городских и прилегающих территорий.

Также проведен анализ экологических рисков и их методы оценки, предложены мероприятия, направленные на снижение негативного влияния полигонов, а также предложены альтернативные методы утилизации отходов.

На основе проведенного анализа были предложены мероприятия, направленные на снижение экологических рисков в сфере обращения с отходами, что в свою очередь будет способствовать более эффективному и рациональному природопользованию.

Ключевые слова: твердые коммунальные отходы; схемы обращения с ТКО; экологический ущерб; экологический риск; урбанизированные территории; депрессивные пространства; окружающая среда

Введение

Сегодня одним из самых актуальных вопросов является проблема обращения с отходами [1]. Во многих странах реализуются программы по переработке твердых коммунальных отходов (ТКО) с целью улучшения экологической обстановки и повышения качества жизни. Конечно, в городах с наиболее развитой системой управления отходами, например, в Москве, утилизации подвергается порядка 40 % отходов, однако и здесь основным способом утилизации остается сжигание ТКО на мусоросжигательных заводах¹. Но в остальных российских городах преобладает традиционный экстенсивный подход к утилизации ТКО. В целом в России на полигонах захоронению подлежит почти 98 % городских ТКО. Для сравнения — во Франции этот показатель составляет 50 %, в США — 54 %.

Особенно остро эта проблема стоит в Арктической зоне Российской Федерации, которая многократно превосходит по площади принадлежащие США, Канаде, Дании (Гренландии) и Норвегии соответствующие арктические территории. Площадь Арктической зоны и ее сухопутной части составляют около 27 млн км² и 5 млн км² соответственно. Арктика окружена территориями государств и разделена на «сектора владения» для восьми приполярных государств: Россия, Канада, США, Исландия, Финляндия, Норвегия, Швеция, Дания.

Являясь полярной областью с суровыми природными условиями, Арктика играет чрезвычайно важную роль в биосфере, за что ее вместе с Антарктикой часто в литературе называют «ключевым районом», подразумевая определяющее влияние на планетарный климат, глобальные геофизические и биологические процессы. Вместе с тем природные комплексы этого региона особо уязвимы и слабоустойчивы к внешним воздействиям и отличаются пониженной способностью к восстановлению и самоочищению. И в отличие от остальной территории России, сеть опорных наземных измерений параметров окружающей среды здесь более редкая.

В Арктической зоне постоянно проживает порядка 1,5 млн человек населения, включая коренные малочисленные народы Севера [2]. Система расселения этой территории включает крупные города, являющиеся промышленными и административными центрами — территории со средними, малыми и сельскими населенными пунктами, обладающие различными особенностями. Одной из наиболее масштабных и острых проблем в обеспечении сбалансированного социально-экономического развития территорий, составляющих Арктическую зону РФ, и оказывающая все большее влияние на условия жизнедеятельности населения, является утилизация твердых коммунальных отходов (ТКО) и ликвидация накопленного экологического ущерба от них [3].

Методы и технологии обращения с отходами в Арктической зоне существенно отличаются от принятых в регионах с менее суровым климатом. Особенности обращения с отходами в зоне вечной мерзлоты обусловлены отсутствием плодородных грунтов и низкими температурами, что препятствуют естественному гниению. Размещение отходов в многолетнемерзлых грунтах представляется крайне опасным с экологической точки зрения, особенно, в современных условиях, когда наблюдается повышение среднегодовых температур. Практически повсеместное распространение многолетней мерзлоты по территории АЗРФ не позволяет использовать те же технологии утилизации отходов, которое нашли широкое распространение в районах с более теплым климатом технологии, а также существующие технологические и технические решения обезвреживания отходов, организации свалок, кладбищ, скотомогильников. Необходимо учитывать также другие особенности региона,

¹ Восстановление природных систем и ликвидация объектов прошлого экологического ущерба. Монография / В.М. Питулько, В.В. Кулибаба — СПб.: Изд-во ВВМ, 2014. — 445 с.

например, наличие кочующих народов. На территории регионов, расположенных в этой зоне, немало небольших поселений, расположенных на значительном удалении друг от друга, что приводит к усложняющейся логистике для транспортировки отходов до мест их расположения. Так, например, разброс численности населения Архангельской области составляет от 300 тысяч до 1 человека (табл. 1).

Таблица 1

Список населенных пунктов Архангельской области

Тип: город	Численность	Тип: поселок	Численность	Тип: деревня	Численность
Архангельск	301199	Вычегодский ²	10839	Ненокса ³	468
Северодвинск	157213	Талажский авиагородок	3298	Спуда	93
Котлас	56093	Лесная речка	2709	Солза	49
Коряжма	34523	Турдеевск	947	Сюзьма	18
Новодвинск	33294	Сопка	510	Волость	16
Мирный	27262	Белое Озеро	189	Свинская	1
Онега	16947	Зеленый бор	4	Таборы	0
		Новый Турдеевск	0	Лахта	0
				Павлово	-

Примечание: ¹ — Численность городского населения и поселков определена согласно данным переписи населения на 2020 год², численность населения в деревнях согласно переписи населения³ за 2010 год; ² — Рабочий поселок; ³ — Село

Кроме того, с каждым годом человечество старается улучшить свою жизнь с помощью инновационных технологий, что приводит не только к улучшению качества жизни, но и к потреблению продукции, и, как следствие, к увеличению и так значительного числа отходов.

Рост объема отходов, переполненные полигоны, отсутствие государственной инициативы при принятии решений о строительстве новых объектов размещения отходов и сложная схема их транспортировки, все это значительно повышает экологические риски, связанные с ухудшением состояния окружающей среды Арктического региона и уровнем его загрязнения.

Материалы и методы

Проблема рационального использования природных ресурсов и охраны окружающей среды — взаимодействия общества и окружающей среды — относится к важнейшим проблемам дальнейшего устойчивого развития человечества. Применение научных методов [2–9], а также обобщение эмпирически полученных данных позволит выявить основные экологические риски в области обращения с отходами и разработать механизм управления ими.

Проблема организации обращения отходов и их влияние на состоянии окружающей среды в данной статье была рассмотрена на примере города Архангельска, который расположен на севере европейской части России в устье реки Северная Двина, примерно в 30–35 км от ее впадения в Белое море. На рисунке 1 представлена карта Архангельской области и техногенно преобразованные зоны в городе Архангельске.

² По состоянию на 1 октября 2021 года. Итоги Всероссийской переписи населения 2020. Том 1. Численность и размещения населения. Таблица 5. Численность населения России, федеральных округов, субъектов российской федерации, городских округов, муниципальных районов, муниципальных округов, городских и сельских поселений, городских населенных пунктов, сельских населенных пунктов с населением 3000 человек и более.

³ Итоги Всероссийской переписи населения 2010. Численность по муниципальным образованиям и населенным пунктам Архангельской области.

Город Архангельск является административным центром Архангельской области, образованной в 1937 году. С 60-х годов она расширялась, теперь ее площадь 590 тыс. км², что больше площади Франции и Испании. Архангельск является третьим городом по численности населения после Санкт-Петербурга и Калининграда в северо-западной части России и 55-ым по общей численности в стране. Городское население в нем составляет почти 79 %.

Территория области занимает следующие климатические пояса: умеренный, субарктический и арктический. Лето короткое и холодное, все остальное — суровая зима. Регион богат полезными ископаемыми осадочного происхождения. Добываются бокситы, известняки, гипс, каменная соль и ангидриды. В северной ее части — месторождения газа, нефти, торфа и каменного угля. Здесь открыто крупнейшее в Европе месторождение алмазов. На Новой Земле — марганцевые и полиметаллические руды.



Рисунок 1. Слева: Карта Архангельской области, справа: карта техногенно преобразованные зоны в городе Архангельске (https://www.arhcity.ru/data/1009/Sbornik_2015.pdf?ysclid=lfgo42r1bh896666835)

Растительность богата и разнообразна. Около 53 % территории занимают таежные леса, где растет сибирская ель и пихта, различные виды лиственницы и сосна. Севернее — растительный мир скуднее, потому что эти районы относятся к тундрам и арктическим пустыням.

К основным источникам загрязнения окружающей среды г. Архангельска и прилегающих территорий в основном относятся:

- предприятия теплоэнергетического комплекса;
- предприятия целлюлозно-бумажной — добыча и переработка древесины;
- добывающей промышленности;
- предприятия машиностроения;
- судостроительные предприятия и порты;
- автомобильный, воздушный и железнодорожный транспорт;
- подразделения Министерства обороны РФ (космодром «Плесецк»).

По данным Комитета экологии Архангельской области основными экологическими проблемами города Архангельска и прилегающих территорий являются:

- проблема сбора, транспортировки и утилизации отходов производства и потребления;
- загрязнение атмосферного воздуха городов от автомобильных выбросов (в том числе и от транспорта, осуществляющего транспортировку отходов);
- качество воды в водных объектах (в том числе и из-за недостаточной работы очистных сооружений).

Основу исследования составляют методологические и теоретические труды российских и зарубежных ученых. При проведении исследования использованы данные из общедоступных источников, а их анализ проводился с помощью методов статистической обработки.

Результаты исследования

Высокая степень антропогенной и техногенных нагрузок делают среду обитания человека отличной от природной среды, поэтому понятие «природная среда» не пригодно для урбанизированных территорий. Относительно таких территорий чаще используют термин природно-технические или природно-техногенные.

Экологически опасные факторы, воздействуя на окружающую среду, могут приводить к нарушениям в экосистемах как качественного и количественного характера.

Численности населения также является важным фактором, влияющим на качество окружающей среды урбанизированных территорий. В частности, численность населения является одним из важнейших факторов, влияющим на количество формируемых отходов. На рисунке 2 представлено динами изменения общей численности и численности городского населения в Архангельской области.

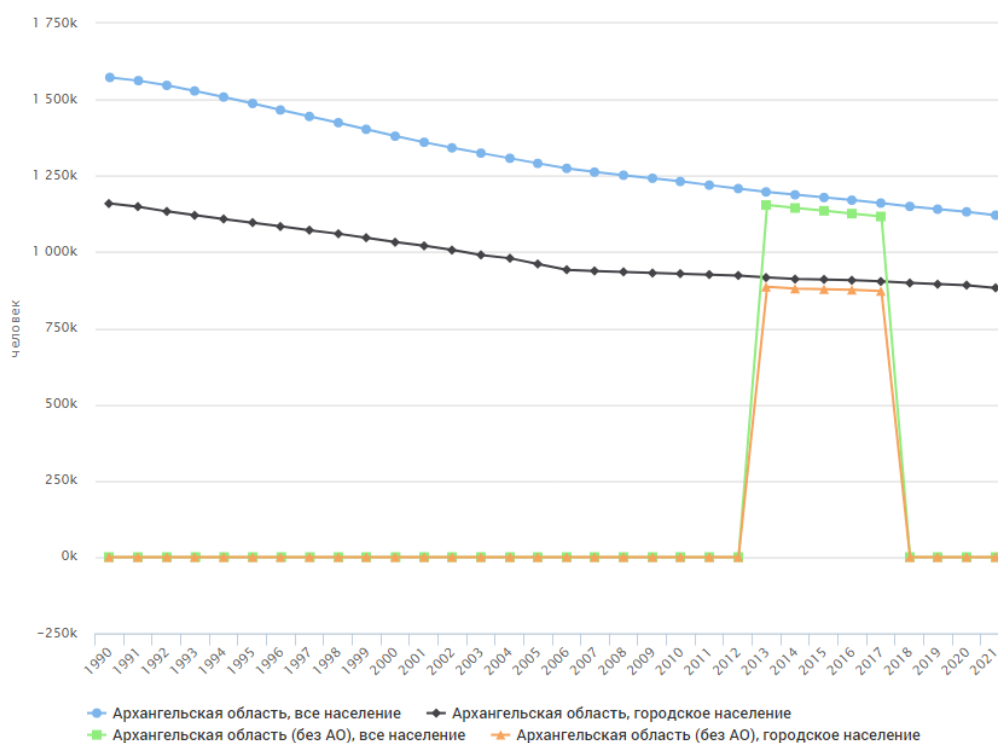


Рисунок 2. Численность постоянного населения в среднем за год (в т. ч. городского) в Архангельской области и Архангельская область (без АО) (составлено автором по данным ЕМИСС)

По статистическим данным за последние годы наблюдается снижение численности населения не только в городе Архангельске, но и во всей области в целом. При этом количество твердых коммунальных отходов, вывезенных с территорий Архангельской области, все время увеличивается. Так, например, по данным Единой межведомственной информационно-статистической системы (ЕМИСС) в 2021 г. было вывезено 2626,25 тыс. м³ твердых коммунальных отходов с территорий Архангельской области, что на 119,2200 тыс. м³ больше чем в 2020 г. (рис. 3).

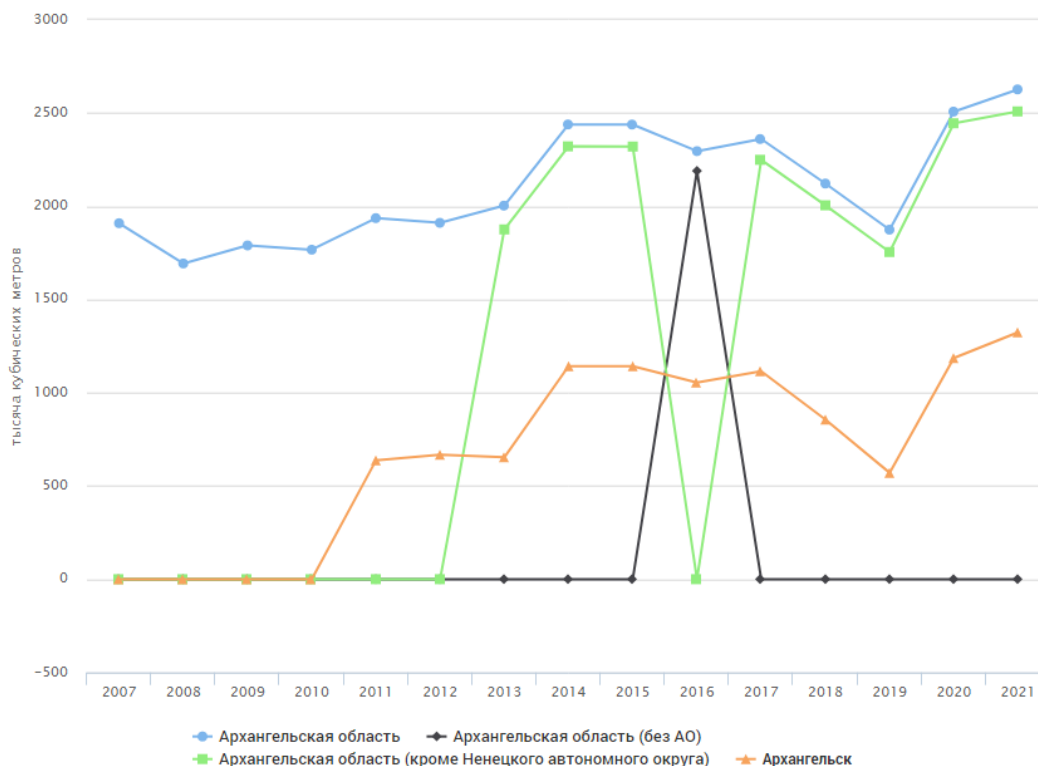


Рисунок 3. Вывезено твердых коммунальных отходов с территорий Архангельской области, (тыс. м³). (составлено автором по данным ЕМИСС)

В то время как, количество отходов производства и потребления, размещённых на собственных объектах Архангельской области составило 72,2 млн тонн в год в 2018 г., что на 3 млн тонн меньше тыс. чем в 2017 г. (рис. 4). Эта тенденция сохранится с 2012 г. К сожалению, найти информацию на ЕМИСС количество отходов производства и потребления, размещённых на собственных объектах можно лишь за период с 2012 по 2018 гг.

В 2018 и 2019 годах наблюдался резкий спад объема вывезенных твердых коммунальных отходов из Архангельска. Объем вывезенных твердых коммунальных отходов в 2018 г. составил 855,6 тыс. м³, что на 285 тыс. м³ больше, чем в 2019 году. Расчет вывезенных ТКО в 2018 г. составил 2,40 м² на человека [2].

Это выше норматива, установленного для накопления твердых коммунальных отходов на территории Архангельской области⁴ (минимальный тариф 1,1 м³, максимальный — 2,31 м³). При этом на величину норматива накопления ТКО влияет не только численность населения городских населенных пунктов, но и вид жилья: многоквартирный дом или индивидуальная постройка, сфера деятельности предприятия или учреждения.

⁴ Нормативы накопления твердых коммунальных отходов на территории Архангельской области. Утв. Постановлением министерства природных ресурсов и лесопромышленного комплекса Архангельской области от 23 мая 2018 года № 11п.

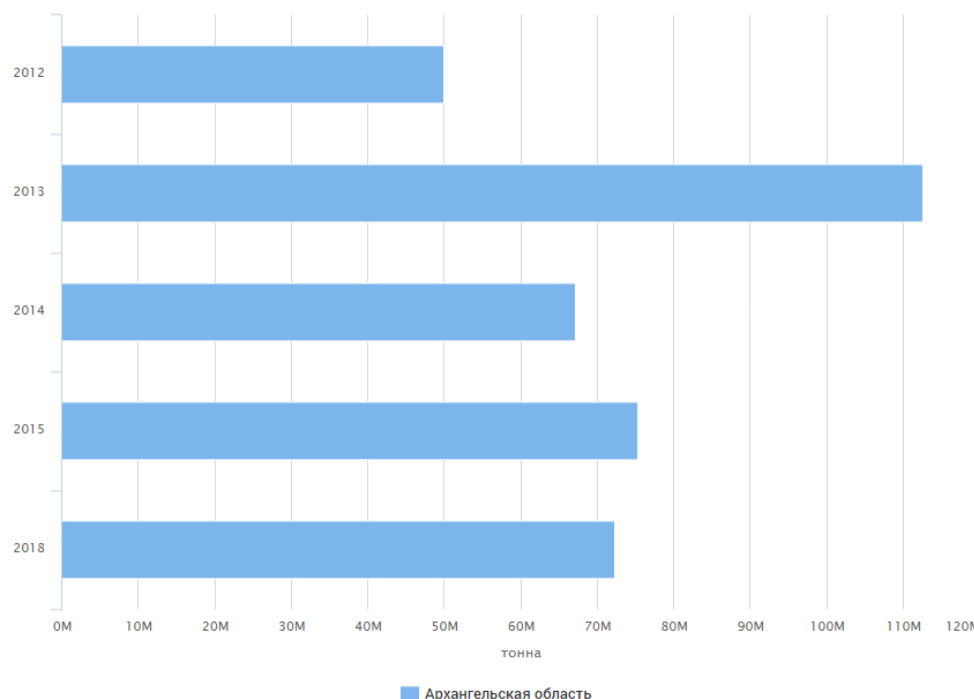


Рисунок 4. Количество отходов производства и потребления, размещённых на собственных объектах (тонна, раз в год на определенную дату (составлено автором по данным ЕМИСС)

К другим факторам, влияющим на количество и состав отходов, помимо численности населения и расширения городских территорий, относятся уровень дохода, качество жизни населения, туристический поток и т. д.

Оценка влияния урбанизации и ее параметров на состав и объем ТКО была приведена в исследовании [9]. В качестве основных параметров, влияющих на количество и состав отходов, были определены: численность населения, площадь городского планирования, обеспеченность водопроводной водой и электроэнергией, количество действующих промышленных предприятий, плотность автотранспорта, уровень образования населения и его годовой доход. Оценка произведена по пяти основным категориям твердых коммунальных отходов — бумага, пищевые отходы, пластик, металл и стекло. В результате проведенного исследования было выявлено, что объем отходов тесно связан с ростом численности населения, а состав отходов напрямую зависит от уровня индустриализации урбанизированной территории. Так, в частности, было установлено, что:

- общий объем твердых коммунальных и металлических отходов пропорционален численности населения и его годовому доходу, в отношении их обеспеченности водопроводной водой;
- объем образовавшихся пластиковых и стеклянных отходов, был связан с годовым доходом, приведенным к уровню образования;
- объем пищевых отходов напрямую зависит от степени индустриализации территории.

Многие регионы во всем мире, прежде всего в странах с высокой плотностью населения, уже столкнулись с невозможностью дальнейшего расширения полигонов отходов. В виду наличия большого количества токсичных веществ, поступающих в окружающую среду в результате деятельности полигонов, они по праву могут считаться объектами повышенного экологического риска (табл. 2).

Таблица 2

Вещества, выделяемые на полигонах захоронения отходов [3]

Примесь	Процентное содержание	Характеристика
Метан	45–60	Взрывоопасный и горючий газ без цвета и запаха. Вносит значительный вклад в парниковый эффект.
Диоксид углерода	40–60	Газ без цвета и запаха. Слабокислый. Вносит вклад в парниковый эффект.
Аммиак	0,1–1	Бесцветный газ с резким запахом. В больших концентрациях токсичен.
Сульфиды	0,01–1	Сероводород, диметил сульфид и меркаптаны. Дают неприятный тухлый запах, даже в небольших концентрациях.
Неметановые органические примеси	0,01–0,6	Образуются в ходе химических реакций и микробиологической активности на свалках. Дурно пахнут. Многие токсичны и канцерогенны.
Водород	0,01–0,2	Лёгкий газ без цвета и запаха. Взрывоопасен.
Угарный газ	0,01–0,2	Газ без запаха и цвета. Угнетает дыхание.
Азот	2–5	Обычный компонент воздуха.
Кислород	0,1–1	Обычный компонент воздуха.

Одним из главных источников поступления в окружающую среду загрязняющих веществ является инфильтрация свалочного фильтрата, формируемого в пределах площади полигона и выделяющегося из свалочного тела в процессе складирования, уплотнения и разложения отходов (рис. 5).



Рисунок 5. Полигоны ТКО, Архангельск (<https://29.ru/text/gorod/2018/11/16/65630831/>; https://www.news29.ru/m/obschestvo/Igor_Godzish_vmeste_s_zhurnalistami_ocenil_sostojanie_gorodskogo_musornogo_poligona_/81176)

На протяжении жизненного цикла полигонов ТКО фильтрат является постоянным источником выбросов в атмосферу опасных веществ и парниковых газов, загрязнения и деградации почв, загрязнения подземных и поверхностных вод, что особенно опасно, поскольку как видно из рисунка 6, многие ТКО расположены либо вдоль водотоков, либо в непосредственной близости от них.

Полигоны ТКО в ряде случаев также могут становиться разновидностью депрессивных пространств — «условно» депрессивных пространств, в том числе околосвалочных, которые являются не только источниками экологических проблем, влияющих на качество окружающей среды и здоровье людей, но и служат факторами снижения уровня комфорта для проживания и визуального восприятия пространства (рис. 5) [10–14].

Термин «депрессивные» по отношению к территориям и пространствам изначально носил только социально-экономический характер. Сегодня термин «депрессивные» все чаще употребляется применительно к пространствам в градостроительстве и экологии. С

экологической точки зрения, для таких территорий, наряду с другими отличительными чертами, характерно длительное снижение показателей качества среды. Масштабы депрессивных пространств могут существенно различаться. Большинство городов и населенных пунктов той или иной степени, в настоящее время сталкиваются с проблемой образования депрессивных пространств наряду с увеличением темпов урбанизации.

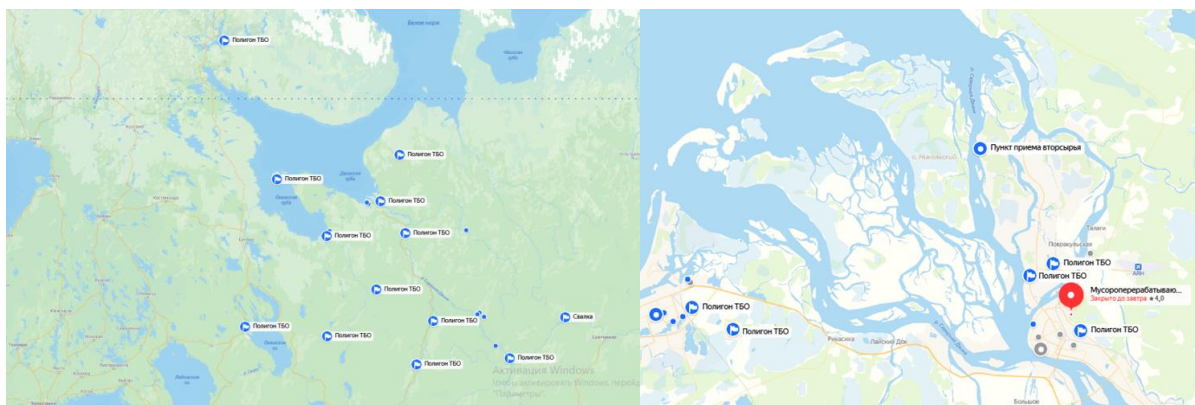


Рисунок 6. Карта расположения полигонов

в Архангельской области, г. Архангельска и вблизи него (<https://yandex.ru/maps/?display-text=полигоны%20тбо%20архангельская%20область&ll=44.793855%2C65.946450&mode=search&sl=38.962097%2C64.475606&sspn=30.088829%2C7.711221&text=полигоны%20тбо%20архангельская%20область&z=5.72>)

Как интенсивная эксплуатация полигонов ТКО, так и прекращение их эксплуатации без проведения комплекса соответствующих мероприятий, несанкционированные свалки ведут к негативному экологическому воздействию на окружающую среду и к постепенной ее деградации (рис. 7) [15–17].



Рисунок 7. Свалки и ТКО как факторы негативного воздействия на окружающую среду (г. Архангельск) (Администрация Архангельска • Почему возникают стихийные свалки? — 29.06.2017 14:50:04 (arhcity.ru); (Место свалки: что спровоцировало антимусорные протесты в Архангельской области — РТ на русском (rt.com))

Такие территории, особенно занятых старыми свалками и полигонами, становятся объектами накопленного экологического ущерба, и поэтому строительное освоение таких территорий в целях реабилитации и благоустройства следует рассматривать как один из видов природозащитного строительства, так как при этом одновременно решается проблема обеспечения экологической безопасности и предусматривается разработка и реализация элементов инженерной защиты¹.

Если говорить о направлении рекультивации полигонов, то они должны определяться дальнейшим использованием рекультивируемых территорий, например, в рекреационных, сельскохозяйственных и лесохозяйственных целях. В некоторых случаях территории закрытых и рекультивированных полигонов можно использовать под строительство автостоянок и легких складских комплексов.

Использование таких территорий под застройку возможна при полной ликвидации объектов, которую целесообразно применять в первую очередь в случае старых захоронений, а также неудачно спроектированных или неэффективно функционирующих полигонов. К ликвидации объектов приводит полная выемка свалочного грунта, который можно в дальнейшем использовать для переработки.

Существенное отличие рекультивации от ликвидации последствий действия накопленного экологического ущерба состоит в том, что в ходе реализации мероприятий по рекультивации объекты приобретают определенные запланированные характеристики, согласно дальнейшему целевому использованию и функциональному назначению рекультивируемых территорий. При ликвидации объекты прекращают выполнять свои первоначальные функции и, тем самым, перестают оказывать негативное воздействие на окружающую среду.

Схему обращения с отходами с учетом рекультивации и закрытия полигонов, как этапов его жизненного цикла, можно классифицировать следующим образом:

1. Полигоны нового поколения, которые можно рассматривать как целостные природоохранные комплексы, при применении новейших современных технологий, соблюдении всех действующих нормативов строительства и эксплуатации.
2. Зброшенныe полигоны (более 50 лет). Если рекультивация таких объектов не производилась вовсе (или ненадлежащего качества); закрытые полигоны, мероприятия по консервации которых, перестали выполнять свои функции ввиду давности (исчерпание долговечности строительных материалов, применение менее эффективных технологий и пр.). Эта фаза жизненного цикла объектов характеризуется отказом функциональной способности защитных элементов и систем полигона, если они были предусмотрены, и образованием нового природно-техногенного ландшафта (система становится полностью открытой).
3. Старые полигоны, возраст консервации которых составляет свыше десять лет. Завершение пассивного периода жизненного цикла полигонов характеризуется полной минерализацией отходов и формированием природно-техногенного грунтового массива [18]. Если рекультивация таких объектов сделана некачественно, то такие объекты представляют особую повышенную группу риска, для которых необходимо предусматривать дополнительные виды защитных мероприятий.
4. Современные полигоны, рекультивация которых была выполнена недавно (менее 10 лет) либо некачественно. К этому типу относятся полигоны, характеризующиеся наиболее активными процессами поступления тепловой энергии и биогаза в окружающую среду.

Отдельно стоит выделить проблему несанкционированных свалок, которые возникают повсеместно в городах (рис. 8) и на прилегающих к ним территориям (рис. 9).



Рисунок 8. Стихийная свалка в Архангельске: слева торговый центр «Макси», 2022, справа: жилой дом (<https://arhangel.online/news/news-91391>;
<https://arh.mk.ru/social/2020/12/04/v-arkhangelске-obyavlen-rezhim-povyshennoy-gotovnosti-iz-svalok-musora-na-ostrovnykh-territoriyakh.html?ysclid=lfgniulgl4293461908>)

Отличительная особенность несанкционированных свалок заключается в том, что они образуются стихийно — вблизи населенных пунктов, лесных насаждений и сельскохозяйственных угодий. Они также часто расположены с водными объектами.

Эти территории, выводимые из экономического использования, можно также рассматривать как объекты накопленного (прошлого) экологического ущерба.



Рисунок 9. Стихийная свалка в пригородах Архангельска (<https://29.ru/text/ecology/2023/02/07/72035687/?ysclid=lfgnkaqkrn2223514>;
<https://dvinatoday.ru/photo/god-ekologii-svalki-pod-arkhangelском-prodolzhayut-rasti/?ysclid=lffmagi7r2126782186>)

Несанкционированные свалки по способу их образования можно выделить в две группы:

- Свалки (погребенные). Эти свалки были организованы как места централизованного вывоза мусора в течение как минимум нескольких (а то и десятков) лет и преимущественно приурочены к местам расположения бывших карьеров. Отличительной особенностью таких свалок является, то, что они имеют постоянные границы, а также относительно большие объемы и площади, они часто засыпаны слоем (минерального) грунта и на их поверхности наблюдается растительность: заросли травы, кустарников и деревьев.
- Свалки, образованные стихийно, незаконно и зачастую являются поверхностными. Такие свалки, как правило, периодически возникают и иногда ликвидируются. Они не имеют постоянных границ и могут располагаться в любом месте урбанизированной территории рядом с местом проживания, работы или отдыха человека, возникают и исчезают спонтанно.

Проблема загрязнения городских территорий отходами потребления и производства является как экологической, так и социальной, поскольку территории, занятые несанкционированными свалками весьма перспективны для использования в целях городского хозяйства (организация рекреационных зон, жилая застройка), снижают социальную привлекательность территорий и понижают ее экологические свойства.

Особенно серьезную опасность представляют собой погребённые несанкционированные свалки, так как существенно влияют на все компоненты окружающей среды и являются мощным их загрязнителем. Так, например, несанкционированные погребенные свалки города Москвы были организованы 30–50 и более лет назад в бывших границах Московской области, на местах бывших карьеров и в долинах⁵.

Наличие на свалках органических отходов приводит к образованию очагов размножения грызунов и насекомых и способствует обострению эпидемиологической обстановки в городе. Большую опасность представляет выделение метана, способного самовозгораться и накапливаться в пониженных частях рельефа, инженерных коммуникациях и техподпольях до пожаро-взрывоопасных концентраций. Данные территории требуют значительных капитальных вложений на их рекультивацию.

К основному недостаток, объединяющие все виды несанкционированного хранения отходов, можно отнести также отсутствие какой-либо природозащитной инфраструктуры.

При размещении все видов отходов негативное воздействие их на окружающую среду, особенно учитывая значительное количество полигонов и несанкционированных свалок (рис. 10), достаточно часто может сопровождаться [5]:

- нарушением ландшафта с изменением отдельных элементов геологической среды;
- загрязнением воздушного бассейна, вод суши, моря, подземных вод;
- истощением их ресурсов;
- загрязнением и деградацией почв, приводящих к истощению ресурсов растительного и животного мира.

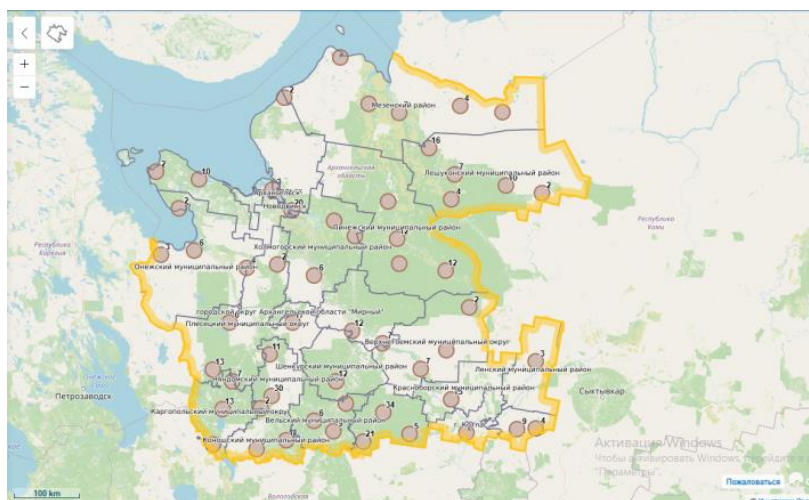


Рисунок 10. Карта размещения несанкционированных свалок (<https://maps29.ru/map/recycling/#41.768013,64.054233/6/1289>)

⁵ Housing construction in buried landfills / [Electronic resource] // Real Estate Bureau: [website]. — URL: <https://ubiuro.ru/articles/zhil-e-na-svalke> (accessed: 14.12.2022).

Полигоны ТКО, как и несанкционированные свалки, способны оказывать негативное воздействие на компоненты природной среды в различной степени. Поскольку их создание можно приравнять к воздействию на окружающую среду природно-антропогенных процессов, то степень их воздействия на состояние окружающей среды можно подразделять от благоприятной до катастрофической, согласно СП 502.1325800.2021 (табл. 3).

Очевидно, что полигоны ТКО как и свалки создают полную или сильную степень нарушенности территории. В зависимости от степени экологического неблагополучия в местах образования и размещения отходов наблюдаются изменения природной среды и деградация естественных экосистем, нередко приводящие к изменению среды обитания и состояния здоровья человека. Вследствие негативного воздействия на окружающую среду (в соответствии с ГОСТ 54135-2010⁶) возникают экологические риски, как вероятность возникновения отрицательных изменений в окружающей среде (или отдельных последствий этих изменений).

Таблица 3

Степень антропогенной нарушенности территории

Степень нарушенности территории (земель)	Признаки/характеристики нарушенности
Полная	Трансформация литогенной основы, изменение водного режима, изменение характера почвенного и растительного покрова, изменение структуры и рисунка ландшафтов (жилые поселки, карьеры, промышленные объекты, дороги, трассы наземных трубопроводов)
Сильная	Трансформация грунтовых условий (прежде всего почв) и растительного покрова, изменение структуры и рисунка ландшафтов (участки со следами механических нарушений, загрязненные и захламленные участки, пашни, трассы подземных трубопроводов)
Средняя	Изменение характера растительного покрова (пастбища со средней степенью выпаса, свежие гари)
Слабая	Структура природного ландшафта изменилась незначительно (сенокосы, пастбища со слабой степенью выпаса, зарастающие гари)
Условно ненарушенные	Структура ландшафта не изменилась (сообщества, не затронутые или практически не затронутые деятельностью человека)

СП 502.1325800.2021

Для определения степени негативного воздействия свалки на окружающую среду должны обязательно проводиться инженерные, в том числе инженерно-экологические изыскания и инженерно-геологические изыскания⁷.

Оценка рисков (угроз), создаваемых загрязненной территорией, (принятие мер по уменьшению или полному уничтожению этих угроз) должно включать в себя исследование трех главных компонентов: (1) источник загрязнения; (2) исследуемый объект окружающей среды (рецептор), на который загрязнение, окажет или уже оказывает неблагоприятное воздействие; (3) способы распространения загрязняющих веществ и пути поступления их в рассматриваемый объект.

Управление экологическими рисками в таком случае можно разделить на несколько этапов:

⁶ ГОСТ Р 54135-2010. Экологический менеджмент. Руководство по применению организационных мер безопасности и оценки рисков. Защита экологических природных зон.

⁷ СП 446.1325800.2019 «Инженерно-геологические изыскания для строительства».

1. Идентификация экологических рисков.
2. Оценка экологических рисков (выявление условия формирования и возможности перерастание рисков в угрозы (опасности), оценка ущербов (вреда) и их размеров).
3. Управление рисками (мероприятия, направленные на предотвращение или снижение неблагоприятных изменений или предполагаемых изменений в окружающей среде, а также неблагоприятных последствий или возможных изменений этих изменений).

Согласно ГОСТ Р 51897-2002⁸, идентификация риска — это процесс нахождения, составления перечня и описания элементов риска. Элементы риска могут включать в себя источники или опасности, события, последствия и вероятность. Риск по своей форме является воздействием на объект при неизвестных исходах такого воздействия. Можно выделить три большие группы субъектов экологического риска: население, экосистемы и экономические ресурсы (табл. 4).

Таблица 4

Субъекты экологических рисков и потенциальные ущербы

Субъект экологических рисков	Потенциальные ущербы	Показатели и единицы ущербов
Социально-экономический ущерб		
Население	Ущерб здоровью (заболевания, увечья, смерть)	Количество заболевших, травмированных и летальных исходов
	Экономический ущерб здоровью и жизни населения	Стоимость болезни (прямая и косвенная), стоимости человеческой жизни
Экологический ущерб		
Окружающая среда (включая все абиотические и биотические компоненты)	Загрязнения, понижение полезности/качества, деградация, нарушение естественных процессов, изъятие из оборота, истощение или истребление/уничтожение	Объем выбросов и сбросов, сокращение численности видов животных и растений, площадь нарушенного растительного покрова, площадь антропогенно-нарушенной территории, площадь загрязненных или выведенных из оборота земель
Ущерб имуществу		
Имущество	Порча, уничтожение, убытки собственников и/или правообладателей	Реальный ущерб или упущенная выгода в натуральном или денежном эквиваленте

Соответственно принято выделять ущерб здоровью человека, окружающей среде и имуществу, к которому относятся объекты движимого и недвижимого имущества, а также все материальные ценности (здания, земельные участки, сооружения, включая объекты инфраструктуры).

Если говорить об оценке экономического ущерба здоровью и жизни населения, то сегодня можно рассматривать два наиболее распространенных научных подхода.

Согласно первому подходу экономическая оценка ущерба здоровью и жизни человека определяется на основе расчета стоимости болезни, которая в свою очередь подразделяется на прямую и косвенную [19]. В общем случае в прямую стоимость обычно принято включать стоимость лечения, ухода и реабилитации заболевшего, расходы на мероприятия по охране здоровья, а также социальные трансферты (пенсии по инвалидности, выплаты по социальному страхованию). Косвенная стоимость представляет собой упущенную выгоду в производстве

⁸ ГОСТ Р 51897-2002 «Менеджмент риска. Термины и определения».

ВВП, вызванную людскими потерями, т. е. утратой трудоспособности в связи с гибелью и заболеваемостью, травматизмом персонала.

Согласно второму подходу стоимость времени болезни, недожитые годы определяются исходя из понятия стоимости человеческой жизни как таковой, с учетом ее дифференциации по возрасту человека.

Отдельно хотелось бы отметить, что ресурсы (вода, почва) могут обладать разными функциями и является: (1) фактором производства, (2) компонентой окружающей среды и (3) товаром. Поэтому, их можно выделить в отдельные субъекты экологических рисков. Состояние компонентов окружающей среды при этом можно оценить на основании⁹:

- Исследования и оценки компонентов окружающей среды (воздушной среды, поверхностных и подземных вод, почв или грунтов, донных отложений в поверхностных водных объектах).
- Исследования химического, биологического и физического воздействия на окружающую среду.
- Исследования и оценки состояния природных ресурсов.
- Исследования животного мира и растительности.
- Эколого-ландшафтные исследований.
- Изучения воздействия опасных природных и природно-антропогенных процессов территории.

Очевидно, что для одного и того же субъекта экологического риска возможны различные виды потенциальных ущербов.

Таблица 5

Факторы экологического риска

Показатели экологических рисков	Показатели регулирования/ снижения экологических рисков
Объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников.	Доля уловленных и обезвреженных загрязняющих атмосферу веществ в общем количестве, отходящих от стационарных источников.
Объем выбросов вредных веществ в атмосферный воздух от автомобильного и грузового транспорта.	Доля автомобильного и грузового транспорта, имеющего возможность снижения объемов выброса.
Объем загрязненных сточных вод, поступающих в поверхностные водные объекты.	Доля очищенной, оборотной или повторно используемой воды от общего объема воды.
Количество отходов производства и потребления на душу населения, размещенных на собственных объектах.	Доля утилизированных и обезвреженных отходов в общем объеме отходов. Доля направленных на утилизацию отходов, выделенных в результате раздельного накопления и обработки (сортировки) ТКО.
Объем вывезенных твердых коммунальных отходов за год.	Доля твердых коммунальных отходов, направленных на обработку (сортировку), в общей массе образованных твердых коммунальных отходов. Вывезено твердых коммунальных отходов, используемые для обработки отходов.

⁹ СП 502.1325800.2021 «Инженерно-экологические изыскания для строительства. Общие правила производства работ».

В таблице 5 приведены показатели, которые могут использоваться для оценки экологических рисков и показатели их регулирования/снижения. Эти показатели могут рассчитываться на душу населения или быть.

Для более эффективного управления природопользованием можно предпринимать различные мероприятия, направленные на снижение экологических рисков в сфере обращения с отходами:

Целесообразно на всех этапах жизненного цикла отходов применять современные технологические решения с целью минимизировать выбросы в атмосферу, сбросы в качестве дренажных фильтратов и усовершенствовать утилизацию твердых отходов.

В разных частях территории, генерирующей коммунальные отходы должны иметь возможность применяться свои способы удаления ТКО. Это связано с типом функциональной застройки и размещения оборудования, бюджетом предприятий, другими социально-экономическими и экологическими факторами. Точно так же задача селективного сбора отходов в ближайшее время может быть решена лишь в специфических подразделениях инфраструктуры ЖКХ (например, в водоснабжении и водоотведении).

Обустройство существующих полигонов должно быть нацелено на продление их жизненного цикла. Направление рекультивации ТКО и несанкционированных свалок должны определяться согласно дальнейшему целевому использованию и функциональному назначению рекультивируемых территорий, а мероприятия по обезвреживанию и рекультивации должны быть продиктованы конкретными условиями объекта.

В развитых странах политика в области управления городскими отходами (как ТКО, так и промышленными) основывается на концепции «трех R» — сокращение выхода и объема отходов, подлежащих захоронению, повторное использование части бытовых отходов, повторная переработка отходов и превращение их во вторичное сырье (англ. Reduce, Reuse, Recycle). За последних 15 лет в мире сложилась практика, при которой все большее число стран декларируют нулевой объем выхода коммунальных отходов в качестве своей цели. Основной принцип таких стран, это экологическое просвещение и стимулирование населения на законодательном уровне.

В России только в крупных и крупнейших городах эффективно идёт строительство мусороперерабатывающих заводов с предварительной сортировкой ТКО. Это предполагает диверсификацию как технологий переработки отходов, так и их сбора и транспортировки.

Переработка бытовых отходов и используемые при этом технологии, являются важнейшим звеном жизнеобеспечения человека, наравне с комфортным жилищем, безопасными продуктами питания, водоснабжением и чистым воздухом [2]. Качество этого способа обращения с отходами напрямую связано с проблемой организация сбора и сортировкой отходов. Переработка отходов позволит существенно сократить количество захораниваемых отходов в России. Как следствие, это повлечет за собой снижение нагрузки на уже существующие полигоны ТКО, а также сделает проблему создания новых полигонов не такой острой.

Низкий процент утилизации отходов в России сказывается уровнем низкой экологической безграмотности, побороть которую можно только на законодательном уровне, где будет внесён запрет на производство не перерабатываемых товаров и продукции, снижение тарифов на 50 % для раздельного сбора и внедрение в помещениях устройств по переработке отходов.

С точки зрения уменьшения объемов отходов, необходимых складировать на полигонах, эффективной технологией, применяемой во всем мире является сжигание мусора на специализированных заводах и теплоэлектростанциях. Однако мусоросжигательные заводы не являются оптимальным решением с экологической точки зрения, потому необходима разработка и активное внедрение более совершенных и наиболее перспективных, прежде всего с точки зрения снижения негативного воздействия на окружающую среду, технологий.

В заключение, хотелось бы отметить, что в России есть все возможности создать условия, необходимые для комфортной и безопасной жизни людей, если начать предпринимать меры по переходу к экологически направленной схеме утилизации отходов в ближайшее время. Сортировка и переработка твердых бытовых и коммунальных отходов важна для сохранения окружающей среды и здоровой жизни человечества.

Выводы

Экологические проблемы обращения с ТКО и связанные с ними экологические риски с каждым годом становятся всё более явными не только для общества в целом, но и для отдельных организаций, являющихся объектами административного менеджмента.

Представленный анализ обращения с отходами рассматриваемых территорий позволил сделать следующие выводы:

1. Управление отходами является важнейшим фактором формирования комфортных условий проживания и закрепления населения в населенных пунктах. В частности, миграционный отток населения из населенных мест связан, в том числе, и с часто наблюдающимся недостаточно высоким качеством жизни или уровнем предоставляемых услуг.
2. Сегодня должен превалировать дифференцированный подход к обращению с ТКО, который должен учитывать, в том числе условия расселения людей, плотность населения, миграционный и туристический потоки, расстояние между населенными пунктами и природно-климатические особенности регионов.
3. Для решения проблем утилизации ТКО необходимо скорректировать соответствующие нормы федерального и регионального законодательства, связанные с условиями и периодичностью вывоза ТКО с труднодоступных территорий, а также с учетом экологических рисков.

ЛИТЕРАТУРА

1. Боровков, В.С., Курочкина, В.А. Комплексная экологическая безопасность водных объектов на урбанизированных территориях [Текст] / В.С. Боровков, В.А. Курочкина // Экология урбанизированных территорий. — 2012. — № 1. — С. 45–49.
2. Павленко, В.И., Куценко, С.Ю. Актуальные задачи сохранения качества природной среды селитебных территорий АЗРФ [Текст] / В.И. Павленко, С.Ю. Куценко // Вестник Евразийской науки. — 2020. — № 5. — С. 1–10.
3. Куценко, С.Ю., Павленко, В.И., Платэ, А.Н., Лексин, А.Б. Особенности состояния жилищно-бытовых условий населения Арктической зоны Российской Федерации как одного из важнейших факторов устойчивого развития макрорегиона [Текст] / С.Ю. Куценко, В.И. Павленко, А.Н. Платэ, А.Б. Лексин // Вестник Евразийской науки. — 2020. — № 1. — С. 1–17.
4. Калиниченко, Е.К. Влияние полигонов ТКО на человека и окружающую среду / Е.К. Калиниченко, М.В. Ратченкова // Дни студенческой науки: Сборник докладов научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов института гидротехнического и энергетического строительства НИУ МГСУ, Москва, 01–05 марта 2021 года. — Москва: Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, 2021. — С. 120–130. — EDN KLUYPU.
5. Попова Л.Ф. Оценка загрязнения атмосферного воздуха в Архангельске [Текст] / Попова Л.Ф. // Молодой ученый. — 2020. — № 49. — С. 488–490.
6. Хвостова, М.С., Воронков, Д.А., Пыхтин, А.С. Вопросы радиоэкологии Арктического региона России [Текст] / М.С. Хвостова, Д.А. Воронков, А.С. Пыхтин // Российская Арктика. — 2019. — № 4. — С. 59–71.
7. Маков, В.А. Меры законодательного регулирования в области обращения твердых коммунальных отходов в Арктической зоне Российской Федерации [Текст] / В.А. Маков // Российская Арктика. — 2019. — № 4. — С. 72–79.
8. Мазурин, И.М., Понуровская, В.В., Колотухин, С.П. Системный анализ задачи переработки твёрдых бытовых отходов [Текст] / И.М. Мазурин, В.В. Понуровская, С.П. Колотухин // Вестник РАЕН. — 2018. — № 49(339). — С. 76–83.
9. Ying-Chu Chen Effects of urbanization on municipal solid waste composition [Text] / Ying-Chu Chen // Waste Management. — 2018. — № 79. — С. 828–836.
10. Kurochkina V.A. Depressed spaces as an instrument for transformation of urban areas / Kurochkina V.A. [Electronic resource] // E3S Web of Conferences: [website]. — URL: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202021702008> (accessed: 14.12.2022).
11. Курочкина, В.А. Водные объекты как основа организации открытых общественных пространств и инструмент трансформации урбосистем [Текст] / В.А. Курочкина // Вестник Евразийской науки. — 2020. — № 5. — С. 1–24.
12. Kurochkina V.A. Urban water bodies as the basis for functioning of public spaces / Kurochkina V.A. [Electronic resource] // E3S Web of Conferences: [website]. — URL: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202021702005> (accessed: 14.12.2022).

13. Курочкина, В.А. Депрессивные пространства как фактор влияния на качество городской среды [Текст] / В.А. Курочкина // Естественные и технические науки. — 2020. — № 11. — С. 167–168.
14. Курочкина, В.А., Хлебников, С.К., Мельникова, М.Д., Сметанин, И.А. Влияние городских водных объектов на структуру открытых общественных пространств [Текст] / В.А. Курочкина, С.К. Хлебников, М.Д. Мельникова, И.А. Сметанин // Вестник Евразийской науки. — 2021. — № 5. — С. 1–18.
15. Теличенко, В.И., Курочкина, В.А. Экологическая безопасность, использование и охрана водных объектов на урбанизированных территориях. [Текст] / В.И. Теличенко, В.А. Курочкина // Урбанизированные территории. — 2016. — № 3. — С. 32–39.
16. Курочкина, В.А., Богомолова, Т.Г., Киров, Б.Л. Антропогенная нагрузка на реки урбанизированных территорий [Текст] / В.А. Курочкина, Т.Г. Богомолова, Б.Л. Киров // Вестник МГСУ. — 2016. — № 8. — С. 100–109.
17. Богомолова, Т.Г., Курочкина, В.А. Загрязнение речных русел на урбанизированных территориях и инженерные мероприятия по улучшению их экологического состояния [Текст] / Т.Г. Богомолова, В.А. Курочкина // Вестник МГСУ. — 2010. — № 4(2). — С. 399–405.
18. Гушшамова А.Н., Рогачевских Ю.С., Сидорова Л.П. Жизненные циклы полигонов ТБО. Технические решения и технологии очистки их фильтрационных вод на различных этапах циклов / Гушшамова А.Н., Рогачевских Ю.С., Сидорова Л.П. [Текст] // Развитие науки, национальной инновационной системы и технологий. — Белгород: ООО Агентство перспективных научных исследований (АПНИ), 2020. — С. 25–35.
19. Якунин Д.А. Экономико-экологические последствия загрязнения малых рек в изменяющихся климатических условиях [Текст] / Якунин Д.А. // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: строительство и архитектура. — 2009. — № 13(32). — С. 170–173.

Kurochkina Valentina Aleksandrovna

National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow, Russia

E-mail: kurochkina.mgsu.ru@yandex.ru

RSCI: https://www.elibrary.ru/author_profile.asp?id=657072

Main environmental problems of waste management by the example of the Arkhangelsk region

Abstract. The article considers the problem of waste management on the example of the Arkhangelsk Region, which is characterized by the problem of removal of solid municipal and domestic waste, which negatively affects the ecological situation of the whole region. The factors determining the specifics of MSW management in the regions of the Arctic zone of the Russian Federation (ASRF) are highlighted.

The article notes that many countries implement solid municipal waste (MSW) recycling programmes to improve the environmental situation and quality of life. In Russian cities, however, the traditional extensive approach to MSW recycling prevails.

The forecast of growth in the number of unauthorized dumps and landfills is presented. The effect of solid waste landfills and unauthorized dumps on the environment of the city is analyzed. The dynamics of formation of waste volumes and population is analyzed, geo-ecological assessment of the state of urban and adjacent territories is given.

The analysis of environmental risks and methods of their assessment was also carried out, measures aimed at reducing the negative impact of landfills were proposed, and alternative methods of waste disposal were proposed.

Based on this analysis, measures have been proposed to reduce environmental risks in the area of waste management, which in turn will contribute to more efficient and rational use of natural resources.

Keywords: solid municipal waste; MSW management; environmental damage; environmental risk; urbanized territories; depressive spaces; environment

REFERENCES

1. Borovkov V.S., Kurochkina V.A., Blazi K. Complex ecological safety of water bodies in urbanized territories [Text] / Borovkov V.S., Kurochkina V.A., Blazi K. // Ecology of urban areas. — 2012. — № 1. — P. 45–49.
2. Pavlenko V.I., Kutsenko S.Yu. Actual goals of conservation the quality of the natural environment of the residential areas of the Russian Arctic [Text] / Pavlenko V.I., Kutsenko S.Yu. // The Eurasian Scientific Journal. — 2020. — № 5. — P. 1–10.
3. Kutsenko S.Yu., Pavlenko V.I., Plate' A.N., Lexin A.B. Features of housing and living conditions of the population of the Arctic zone of the Russian Federation as one of the most important factors of sustainable development [Text] / Kutsenko S.Yu., Pavlenko V.I., Plate' A.N., Lexin A.B. // The Eurasian Scientific Journal. — 2020. — № 1. — P. 1–17.
4. Anashkina, E.V., Kurochkina, V.A., Kalinichenko, E.K., Ratchenkova, M.V. Influence of MSW landfills on humans and the environment / Anashkina E.V., Kurochkina V.A., Kalinichenko E.K., Ratchenkova M.V. [Text] // According to the results of the research works of students of the Institute of Hydraulic Engineering and Energy Construction of the Moscow State University of Civil Engineering. — Moscow: MISI — MGSU, 2021. — P. 120–130.
5. Popova L.F. Air pollution assessment in Arkhangelsk [Text] / Popova L.F. // Young scientist. — 2020. — № 49(339). — P. 488–490.
6. KHvostova M.S., Voronkov D.A., Pyhtin A.S. Issues of radioecology of the Arctic region of Russia [Text] / Khvostova M.S., Voronkov D.A., Pyhtin A.S. // Russian Arctic. — 2019. — № 4. — P. 59–71.
7. Makov V.A. Issues of legislation regulation of waste management in the Arctic region of Russia [Text] / Makov V.A. // Russian Arctic. — 2019. — № 4. — P. 72–79.
8. Mazurin, I.M., Ponurovskaya, V.V., Kolotukhin, S.P. System analysis of the problem of solid waste processing [Text] / Mazurin I.M., Ponurovskaya V.V., Kolotukhin S.P. // Bulletin of the Russian Academy of Sciences. — 2018. — № 49(339). — P. 76–83.
9. Ying-Chu Chen Effects of urbanization on municipal solid waste composition [Text] / Ying-Chu Chen // WasteManagement. — 2018. — № 79. — P. 828–836.
10. Kurochkina V.A. Depressed spaces as an instrument for transformation of urban areas / Kurochkina V.A. [Electronic resource] // E3S Web of Conferences: [website]. — URL: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202021702008> (accessed: 14.12.2022).
11. Kurochkina V.A. Water bodies as the basis by open public spaces planning and an instrument of urban transformation [Text] / Kurochkina V.A. // The Eurasian Scientific Journal. — 2020. — № 5. — P. 1–24.
12. Kurochkina V.A. Urban water bodies as the basis for functioning of public spaces / Kurochkina V.A. [Electronic resource] // E3S Web of Conferences: [website]. — URL: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202021702005> (accessed: 14.12.2022).
13. Kurochkina V.A. Depressive spaces as an impact factor on urban environment quality [Text] / Kurochkina V.A. // Natural and technical sciences. — 2020. — № 11. — P. 167–168.

14. Kurochkina V.A., Khlebnikov S.K., Melnikova M.D., Smetanin I.A. Impact of urban water bodies on the structure of open public spaces [Text] / Kurochkina V.A., Khlebnikov S.K., Melnikova M.D., Smetanin I.A. // The Eurasian Scientific Journal. — 2021. — № 5. — P. 1–18.
15. Telichenko V.I., Kurochkina V.A., B.L. Kirov. Ecological safety, use and protection of water bodies at urban areas [Text] / Telichenko V.I., Kurochkina V.A., Kirov B.L. // Ecology of urban areas. — 2016. — № 3. — P. 32–39.
16. Kurochkina V.A., Bogomolova T.G., Kirov B.L. Anthropogenic load on rivers of urban areas [Text] / Kurochkina V.A., Bogomolova T.G., Kirov B.L. // Vestnik MGSU [Proceedings of Moscow State University of Civil Engineering]. — 2016. — № 8. — P. 100–109.
17. Bogomolova T.G., Kurochkina V.A. Pollution of urbanized rivers and engineering conception for reclamation and improvement of river ecology. [Text] / T.G. Bogomolova, V.A. Kurochkina // Vestnik MGSU [Proceedings of Moscow State University of Civil Engineering] — 2010 — № 4(2) — P. 399–405.
18. Gushshamova A.N., Rogachevskikh Yu.S., Sidorova L.P. Life cycles of landfills. Technical solutions and technologies for treatment of their filtration water at different stages of the cycles / Gushshamova A.N., Rogachevskikh Yu.S., Sidorova L.P. [Text] // Development of science, national innovation system and technologies. —Belgorod: Agency for Advanced Scientific Research (ASR) LLC, 2020. — P. 25–35.
19. Yakunin D.A. Economic-ecological consequences of pollution of the small rivers in changing climatic conditions [Text] / Yakunin D.A. // Innovative conceptual framework for environmental rehabilitation of past ecological damage objects with federal, regional and local status. — 2009. — № 13(32). — P. 170–173.