

ЭКОЛОГИЯ

Оригинальная научная статья

УДК 628.4.032 (571.61)

<https://doi.org/10.26897/2949-4710-2024-2-1-35-46>



Экологическая специфика состава твердых коммунальных отходов Бийского городского округа

Алеся Викторовна Антипина, Сергей Юрьевич Ермаков

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, Россия

Автор, ответственный за переписку: Сергей Юрьевич Ермаков; s.ermakov@rgau-msha.ru

Аннотация

Статья посвящена вопросам уточнения морфологического и фракционного состава твердых коммунальных отходов Бийского городского округа. В настоящее время многие регионы Российской Федерации в процессе разработки территориальных схем обращения с отходами ориентируются на средние данные в части морфологического и фракционного состава, однако специфика состава твердых коммунальных отходов в регионах может отличаться от средних значений, определенных 15-20 лет назад. Исследования проводились в течение трех дней, сортировка отходов осуществлялась на полигоне Бийского городского округа вручную. В итоге на примере Бийского городского округа выявлена необходимость корректировки территориальной схемы обращения с твердыми коммунальными отходами Алтайского края.

Ключевые слова

Твердые коммунальные отходы, ТКО, морфологический состав отходов, фракционный состав отходов, актуализация морфологического и фракционного состава ТКО, отдельный сбор отходов, утилизация отходов

Благодарности

Авторы выражают благодарность компании ООО «Спецобслуживание» за помощь в организации исследования по заказу публично-правовой компании по формированию комплексной системы обращения с твердыми коммунальными отходами «Российский экологический оператор».

Для цитирования

Антипина А.В., Ермаков С.Ю. Экологическая специфика состава твердых коммунальных отходов Бийского городского округа // *Тимирязевский биологический журнал*. 2024. Т. 2, № 1. С. 35-46. <http://dx.doi.org/10.26897/2949-4710-2024-2-1-35-46>

ECOLOGY

Original article

<https://doi.org/10.26897/2949-4710-2024-2-1-35-46>



Ecological specificity of the composition of municipal solid waste of the Biysk urban district

Alesia V. Antipina, Sergey Yu. Ermakov

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

Corresponding author: Sergey Yu. Ermakov; s.ermakov@rgau-msha.ru

Abstract

The article is devoted to the issues of updating the morphological and fractional composition of municipal solid waste (MSW) of the Biysk urban district. Currently, many regions of the Russian Federation in the process of development of territorial waste management schemes, are guided by average data in terms of morphological and fractional composition, however, the specific composition of MSW in the regions may differ from the average values determined 15-20 years ago. The study was conducted for three days; the sorting was done manually at the landfill of the Biysk urban district. As a result, this example revealed the need to adjust the territorial scheme for municipal solid waste management in Altai Krai.

Keywords

Municipal solid waste, MSW, morphological composition of waste, fractional composition of waste, updating the morphological and fractional composition of MSW, separate waste collection, waste disposal

Acknowledgments

The authors express their gratitude to the company ООО “Spetsobsluzhivanie” for their assistance in organizing the research commissioned by the public not-for-profit organization “Russian Ecological Operator” for the creation of an integrated municipal solid waste management system.

Conflict of interests

The authors declare no conflict of interests regarding the publication of this article.

For citation

Antipina A.V., Ermakov S.Yu. Ecological specificity of the composition of municipal solid waste of the Biysk urban district. *Timiryazev Biological Journal*. 2024;2(1):35-46. <http://dx.doi.org/10.26897/2949-4710-2024-2-1-35-46>

Введение Introduction

Твердые коммунальные отходы (ТКО) – это отходы, образующиеся 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 нужд¹. К твердым коммунальным отходам относятся также отходы, образующиеся в процессе деятельности юридических лиц, индивидуальных предпринимателей и подобные по составу отходам, образующимся в жилых помещениях в процессе потребления физическими лицами [1]. К данным отходам относятся пластиковые и стеклянные бутылки, пластиковые пакеты и упаковка, бумага, картон, текстильные изделия, пищевые отходы (не более 15% от общего объема ТКО [1]) и другие предметы, которые обычно выбрасываются в мусорные контейнеры. ТКО являются значительной проблемой для окружающей среды и требуют определенных методов сбора, обработки и утилизации. Поставленная Президентом Российской Федерации цель по созданию устойчивой системы обращения с ТКО, внедрению наилучших доступных технологий обращения с отходами и принятие Федерального проекта «Экономика замкнутого цикла» (2022-2030 гг.) требуют актуализации сведений в части состава отходов в субъектах Российской Федерации.

Согласно данным статистической отчетности Федеральной службы по надзору в сфере природопользования (Росприроднадзор)² за 2022 г. на территории Алтайского края образовано 4866302 т

¹ Об отходах производства и потребления: Федеральный закон от 24 июня 1998 г. № 89-ФЗ. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19109/ (дата обращения: 09.03.2024).

² Сведения об образовании, обработке, утилизации, обезвреживании, размещении отходов производства и потребления по форме 2-ТП (отходы) за 2022 год, систематизированные по федеральным округам и субъектам Российской Федерации: Приказ Росстата от 9 октября 2020 № 627, с изм. от 13 ноября 2020 г. № 598. URL: <https://altai.rpn.gov.ru/open-service/analytic-data/statistic-reports/production-consumption-waste/> (дата обращения: 02.02.2024).

ТКО, размещенных на 14 полигонах, один из которых расположен в Бийском городском округе.

В настоящее время на территории края отсутствует система раздельного сбора ТКО, все образованные отходы выбрасываются в один контейнер без сортировки. Также не производится системное выделение вторичного сырья после вывоза контейнеров от мест сбора, поскольку это требует создания соответствующих предприятий по сортировке мусора с внедрением новых технологий сбора и сортировки.

Цель исследований: уточнение сведений о морфологическом и фракционном составе твердых коммунальных отходов Бийского городского округа.

Задачи исследований:

1. Определение морфологического состава ТКО.
2. Определение фракционного состава ТКО.
3. Выявление закономерностей (особенностей) в морфологическом и фракционном составе ТКО.
4. Сравнение данных натурного обследования с данными Территориальной схемы обращения с отходами Алтайского края, и в случае необходимости – предложение рекомендаций в части ее корректировки.

Проведение исследований морфологического состава отходов в Алтайском крае является актуальным, поскольку достоверная информация об объеме и составе ТКО послужит основой организации эффективной системы раздельного сбора, транспортировки, размещения, использования и утилизации отходов, определенных Указом Президента РФ от 21 июля 2020 г. № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года» («...создание устойчивой системы обращения с твердыми коммунальными отходами, обеспечивающей сортировку отходов в объеме 100% и снижение объема отходов, направляемых на полигоны, в два раза...»³) и предусмотренных Федеральной программой «Экономика замкнутого цикла» (2022-2030 гг.).

³ О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года: Указ Президента РФ от 21 июля 2020 г. № 474. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202007210012> (дата обращения: 09.03.2024).

Методика исследований Research method

Полигоны твердых коммунальных отходов, являясь объектами негативного воздействия на окружающую среду и объектами, требующими установки санитарно-защитных зон (СЗЗ), размещаются за пределами городских и сельских поселений. Нормативная СЗЗ от территорий размещения полигонов ТКО составляет 500 м.⁴

Объектом исследований являются твердые коммунальные отходы, поступающие на полигон Бийского городского округа Алтайского края, расположенного примерно в 5 км к северо-востоку от центральной части г. Бийска и в 1,5 км к югу от п. Заря (рис. 1).

Исследованию подлежали вновь поступающие ТКО, которые анализировали на отдельной площадке, свободной от ранее поступивших отходов (рис. 2).

Морфологическому и фракционному анализу подлежали ТКО, собранные в будние дни и субботу 21, 22 и 23 декабря 2024 г. Состав и объем ТКО, образующихся в выходные (воскресенье) и праздничные дни, может отличаться от отходов, поступающих в течение недели и является темой отдельного исследования.

Выделяют два основных параметра, характеризующих качественный состав ТКО: морфологический и фракционный. Морфологический состав отходов – содержание отдельных компонентов, значительно различающихся между собой по происхождению, химическому составу и свойствам, выраженные в процентах к общему весу или объему⁵.

Фракционный состав ТКО – процентное содержание массы компонентов, проходящих через сита с ячейками различного размера. Фракционный состав ТКО оказывает влияние на технологию и организацию сбора и транспортировки, а также на параметры оборудования мусороперерабатывающих заводов.

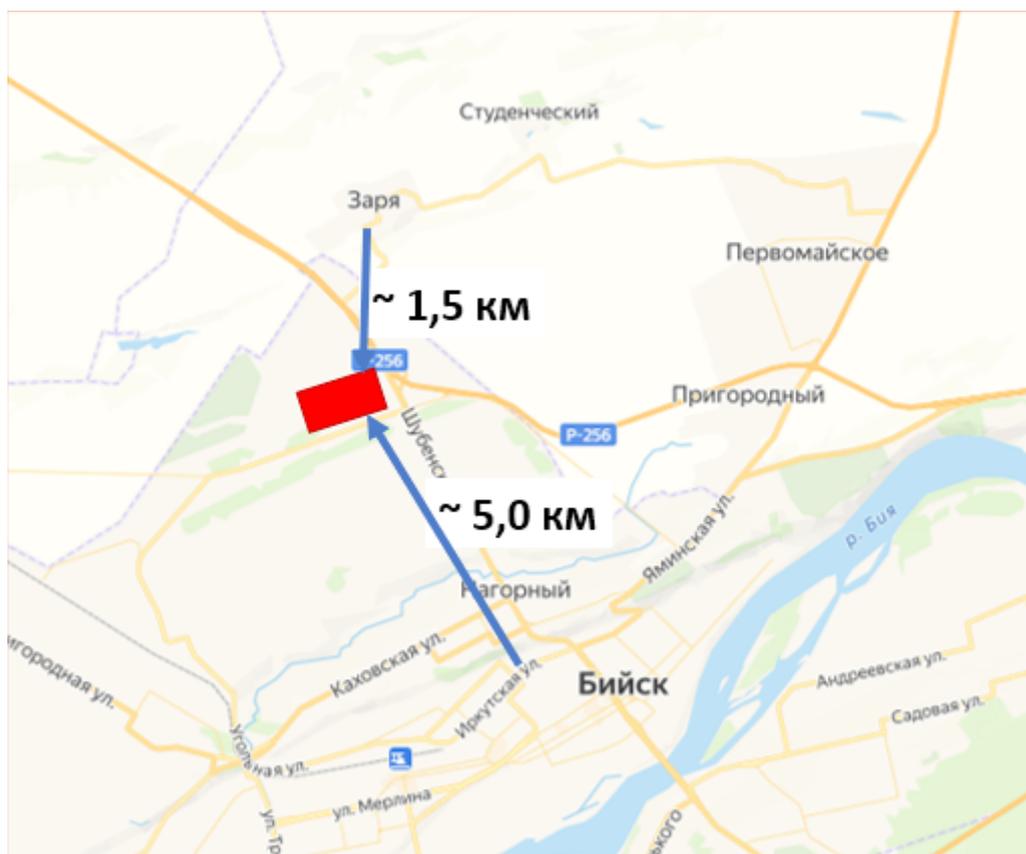


Рис. 1. Схема размещения полигона ТКО Бийского городского округа:

■ – территория полигона ТКО⁴

Fig. 1. Layout drawing of the MSW landfill in the Biysk urban district:

■ – territory of the MSW landfill

⁴ СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов» (новая редакция). URL: <https://base.garant.ru/12158477/b89690251be5277812a78962f6302560/> (дата обращения: 09.03.2024).

⁵ СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов» (новая редакция). URL: <https://base.garant.ru/12158477/b89690251be5277812a78962f6302560/> (дата обращения: 09.03.2024).

В данных исследованиях для определения фракционного состава ТКО выбраны следующие размеры сит:

- более 50 мм;
- 10-50 мм;
- менее 10 мм.

Определение морфологического и фракционного состава отходов проводилось в течение трех дней: 21, 22, 23 декабря 2023 г. Сортировка отходов осуществлялась из мусоровозов непосредственно на полигоне вручную (рис. 3 а, б).

Основными категориями при определении морфологического состава ТКО являются бумага, пластик, пищевые отходы, стекло, металл, текстиль, средства гигиены и прочие отходы (неклассифицируемые материалы) в пробе массой 100 кг.

Определение массы той или иной морфологической категории осуществляется платформенными весами.

Выбраны 12 категорий для проведения замеров по определению морфологического состава ТКО:

- пластики;
- стекло;
- бумага и картон;
- текстиль;
- пищевые отходы;
- средства гигиены;
- строительные материалы;
- кости;
- металл;
- дерево;
- резина;
- несортируемые отходы.



Рис. 2. Площадка для отбора, сортировки и взвешивания проб ТКО (фото А.В. Антипиной)

Fig. 2. Site for collecting, sorting and weighing MSW samples (photo by Antipina A.V.)



Рис. 3. Отбор и взвешивание пробы ТКО: слева – отбор; справа – взвешивание (фото А.В. Антипиной)

Fig. 3. Sorting and weighing of MSW samples: left – sorting; right – weighing (photo by Antipina A.V.)

Пробу ТКО распределяют по металлическому сити с ячейкой 50 × 50 мм, отбирают отходы размером более 50 мм и сортируют по основным категориям (рис. 4). Полученные категории необходимо разложить в полипропиленовые мешки известного объема и взвесить. Результаты измерений массы представляются в килограммах.

Отходы, провалившиеся в ячейку 50 × 50 мм, повторно собирают и распределяют на сите с ячейкой 10 × 10 мм (рис. 5). Фракцию более 10 мм, но менее 50 мм также сортируют по выбранным категориям и взвешивают.

Отходы размером менее 10 мм (отсев) не сортируются, но взвешиваются.

Для каждой категории вычисляются процентные значения массы от суммарного значения массы всех отходов соответственно.

Процентное значение массы отходов каждой категории (N) определяется по формуле [2, 3]:

$$N = (m/M) \cdot 100\%,$$

где m – вычисленная масса отходов каждой категории, кг; M – суммарное значение массы всех отходов, 100 кг.

Процентные соотношения категорий отходов в составе ТКО (фракции и виды) представляются в виде круговых диаграмм.



Рис. 4. Определение морфологического состава фракции более 50 мм (фото А.В. Антипиной)
Fig. 4. Determining the morphological composition of the fraction over 50 mm (photo by Antipina A.V.)



Рис. 5. Определение морфологического состава фракции 10-50 мм (фото А.В. Антипиной)
Fig. 5. Determining the morphological composition of the 10-50 mm fraction (photo by Antipina A.V.)

Результаты и их обсуждение Results and discussion

Определение фракционного и морфологического состава ТКО осуществлялось авторами на территории полигона ТКО Бийского городского округа с помощью сотрудников полигона и специалистов ООО «Спецобслуживание». Анализ фракционного состава ТКО, поступающих на полигон в течение трех дней, представлен в таблице 1.

В период проведения исследований значительных отклонений обнаружено не было. Результаты определения фракционного состава представлены в форме круговой диаграммы (рис. 6).

Большая часть твердых коммунальных отходов представлена крупной фракцией более 50 мм (76,3%). Средняя фракция (10-50 мм) составляет 16,2%. Фракция менее 10 мм (отсев) составляет 7,5%. Результаты определения морфологического состава ТКО представлены в таблице 2.

Таблица 1

Фракционный состав ТКО полигона Бийского муниципального района, %
(составлено А.В. Антипиной)

Фракция отходов	День 1	День 2	День 3	Среднее значение, %
>50 мм	67,4	81,5	80,1	76,3
10-50 мм	22,2	10,7	15,7	16,2
<10 мм	10,4	7,8	4,2	7,5

Table 1

Fractional composition of MSW at the Biysk urban district landfill, %
(compiled by A.V. Antipina)

Waste fraction	Day 1	Day 2	Day 3	Average value, %
>50 mm	67.4	81.5	80.1	76.3
10-50 mm	22.2	10.7	15.7	16.2
<10 mm	10.4	7.8	4.2	7.5

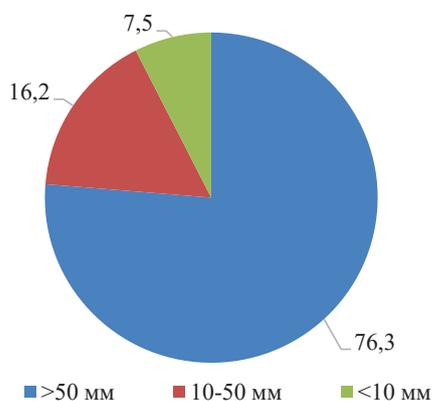


Рис. 6. Фракционный состав ТКО Бийского городского округа (составлено А.В. Антипиной)

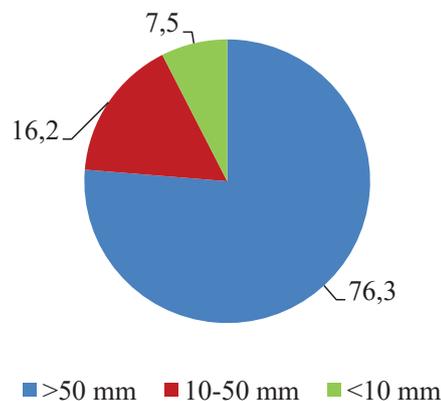


Fig. 6. Fractional composition of MSW of the Biysk urban district (compiled by Antipina A.V.)

Таблица 2

**Морфологический состав ТКО полигона
Бийского городского округа, %
(составлено А.В. Антипиной)**

Категория	День 1	День 2	День 3	Среднее значение, %
Пластик	24,3	26,8	27,3	26,1
Пищевые отходы	23,5	24,5	26	24,7
Стекло	16,3	15,1	20,5	17,3
Бумага, картон	7,9	15,6	9	10,8
Средства гигиены	2,6	0,1	2	1,6
Металл	4,3	2,2	4,2	3,6
Резина	1,5	1,6	1	1,4
Кости	2,9	4,5	1,4	2,9
Строительные материалы	3,6	1,2	0	1,6
Текстиль	2,2	1,3	4	2,5
Дерево	0,2	0,4	0	0,2
Прочее	10,7	6,7	4,6	7,3
	100	100	100	100,0

Table 2

**Morphological composition of MSW
at the Bysk urban district landfill, %
(compiled by A.V. Antipina)**

Category	Day 1	Day 2	Day 3	Average value, %
Plastic	24.3	26.8	27.3	26.1
Food waste	23.5	24.5	26	24.7
Glass	16.3	15.1	20.5	17.3
Paper, cardboard	7.9	15.6	9	10.8
Hygiene products	2.6	0.1	2	1.6
Metal	4.3	2.2	4.2	3.6
Rubber	1.5	1.6	1	1.4
Bones	2.9	4.5	1.4	2.9
Construction materials	3.6	1.2	0	1.6
Textile	2.2	1.3	4	2.5
Wood	0.2	0.4	0	0.2
Other	10.7	6.7	4.6	7.3
	100	100	100	100.0

Большая часть ТКО состоит из пластика (26,1%), пищевых отходов (24,7%), стекла (17,3%), бумаги и картона (10,8%).

Общий вид ТКО, поступающих на полигон Бийского городского округа, и процентное соотношение категорий отходов в составе ТКО отражены на рисунке 7. Морфологический состав ТКО представлен в форме круговых диаграмм на рисунке 8.

Более половины компонентов в составе ТКО (50,8%) представлено пластиком и пищевыми отходами. Прочие компоненты в составе ТКО представлены древесиной (0,2%), резиной (1,4%), строительными материалами (1,6%) и средствами гигиены (1,6%). Общий вид фракции 10-50 мм отражен на рисунке 9.

Процентное соотношение категорий отходов в составе фракций 10-50 мм и более 50 мм представлено на рисунке 10.

Фракция отходов 10-50 мм представлена преимущественно пищевыми отходами (54%), доля пластика является почти вдвое меньшей (23,1%).

Анализ морфологического состава отсева при проведении исследований не приводится, но учитывается его масса.

Диаграмма фракционного состава показывает, что во фракции ТКО более 50 мм основными составляющими компонентами являются пластик (29%), стекло (21,8%), пищевые отходы (19,9%) и бумага (11,9%).

В Территориальной схеме обращения с отходами Алтайского края⁶ представлен усредненный состав ТКО для Российской Федерации. В результате проведенных исследований представлены актуальные сведения в части морфологического состава ТКО Бийского городского округа (табл. 3).



Рис. 7. Общий вид ТКО (фото А.В. Антипиной)
Fig. 7. General view of MSW (photo by A.V. Antipina)

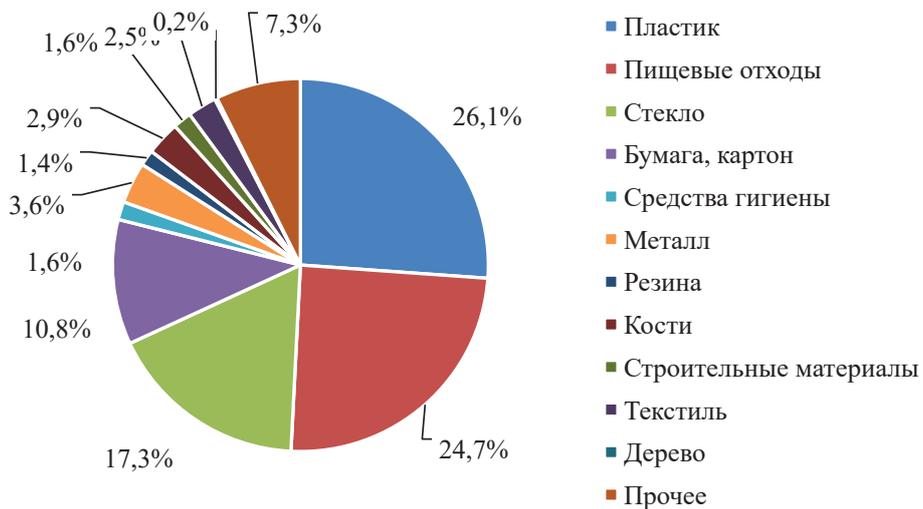


Рис. 8. Процентное соотношение компонентов ТКО полигона Бийского городского округа (составлено А.В. Антипиной)

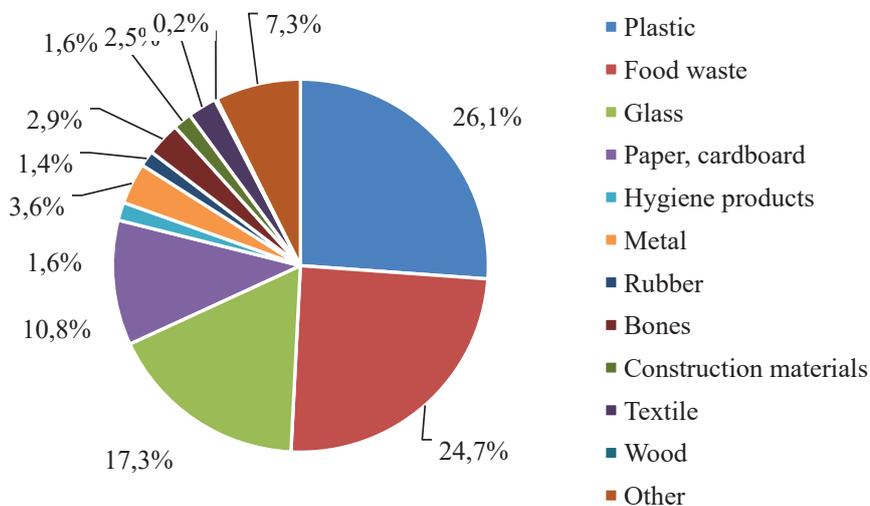


Fig. 8. Percentage ratio of MSW components at the Biysk urban district landfill (compiled by A.V. Antipina)



Рис. 9. Общий вид фракции 10-50 мм (фото А.В. Антипиной)
Fig. 9. General view of the 10-50 mm fraction (photo by A.V. Antipina)

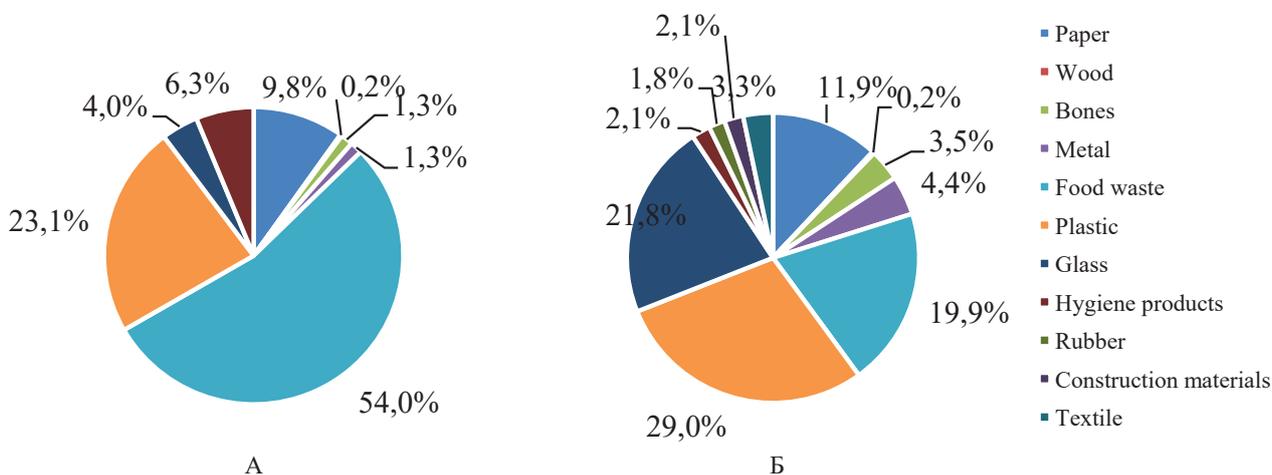


Рис. 10. Процентное соотношение компонентов ТКО во фракциях 10-50 мм (А) и более 50 мм (Б) (составлено А.В. Антипиной)

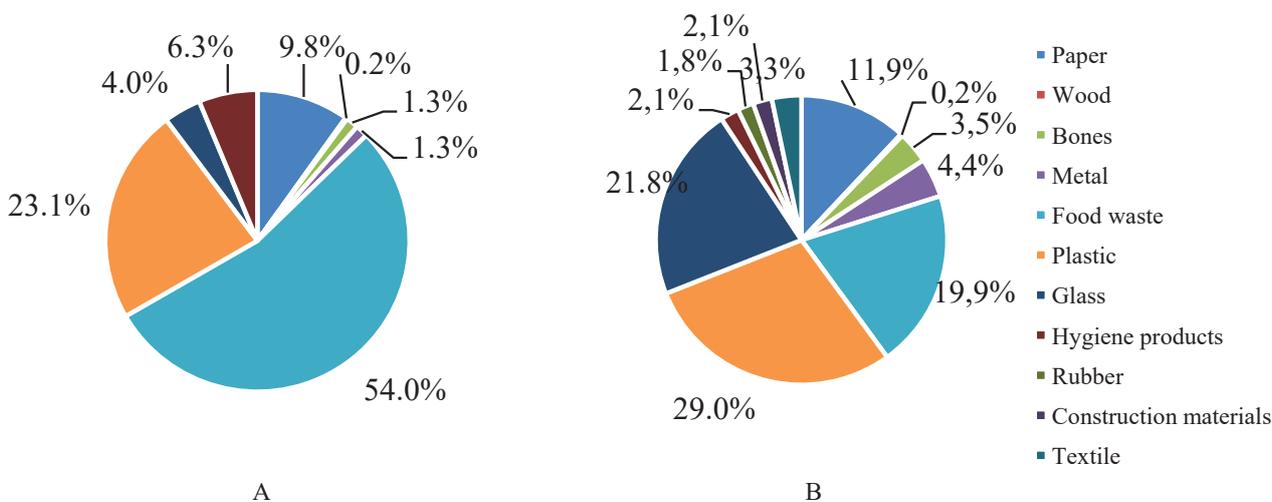


Fig. 10. Percentage of MSW components in fractions 10-50 mm (A) and more than 50 mm (B) (compiled by A.V. Antipina)

⁶ Территориальная схема обращения с отходами Алтайского края от 20 сентября 2021 г. № 1193 URL: https://min-prirody.alregn.ru/directions/prirodnye_resursy/proekty_aktualizirovannoj_tersxemu/ (дата обращения: 09.03.2024).

Таблица 3

**Морфологический состав ТКО в среднем по Российской Федерации
и по результатам проведенных исследований**
(составлено А.В. Антипиной)

№ п/п	Компонент	Процентное содержание, % (в среднем по России, данные Территориальной схемы обращения с отходами Алтайского края)	Процентное содержание, % (данные натурного исследования 21-23 декабря 2023 г.)
1	бумага и картон	33-40	10,8
2	пищевые отходы	27-33	24,7
3	дерево	1,5-5	0,2
4	черные и цветные металлы	2,9-4,2	3,6
5	кости	0,5-0,9	2,9
6	кожа и резина	0,8-1,3	1,4
7	текстиль	4,6-6,5	2,5
8	стекло	2,7-4,3	17,3
9	полимерные материалы	4,6-4,8	26,1

Table 3

**Morphological composition of MSW on average for the Russian Federation
and according to the results of studies conducted**
(compiled by Antipina A.V.)

№	Component	Percentage content, % (average for Russia, data from the Territorial Waste Management Scheme of Altai Krai)	Percentage content, % (data from field research, December 21-23, 2023)
1	paper and cardboard	33-40	10.8
2	food waste	27-33	24.7
3	wood	1.5-5	0.2
4	ferrous and non-ferrous metals	2.9-4.2	3.6
5	bones	0.5-0.9	2.9
6	leather and rubber	0.8-1.3	1.4
7	textile	4.6-6.5	2.5
8	glass	2.7-4.3	17.3
9	polymer materials	4.6-4.8	26.1

В результате проведенных исследований выявлены некоторые отличия от справочной информации, представленной в Территориальной схеме обращения с отходами Алтайского края. Исследования показывают, что в составе ТКО Бийского городского округа больше стекла (в 5 раз), пластика (в 5,5 раза), костей (в 4 раза), меньше дерева (в 15 раз), бумаги (в 3,5 раза) и текстиля (в 2 раза). Содержание пищевых отходов составляет 24,7%, что несколько ниже, чем в среднем по России (28%), и в 1,6 раза ниже, чем по Москве и Московской области (40%) [4, 5]. Содержание пластика достигает 26,1%, что в целом соответствует данным некоторых регионов Европейской части России (30%) [6, 7].

Таким образом, в результате проведенных исследований:

1. Выявлены основные категории морфологического состава ТКО Бийского муниципального округа. Большая часть отходов представлена пластиком (26,1%), пищевыми отходами (24,7%), стеклом (17,3%) и бумагой (10,8%). Пригодные для переработки компоненты (пластик, стекло, бумага, металл) составляют 57,8%. Повторное использование некоторых составляющих ТКО потребует сортировки не только по морфологическому признаку, но и дополнительной сортировки. Так, пластики следует подразделять на полистирол, пластик ПЭТ, полипропилен, полиэтилен низкого давления (ПНД), полиэтилен высокого давления (ПВД); стекло необходимо подразделять по цвету, а металлы – на цветные и черные.

2. Установлено, что большая часть отходов в составе ТКО (76,3%) относится к фракции более 50 мм. Основными категориями (82,6%) в данной фракции являются пластик (29%), стекло (21,8%), пищевые отходы (19,9%) и бумага (11,9%). Значительная часть ресурсов – около 60%, за исключением пищевых отходов (62,7%), – может быть пригодна для утилизации (повторного вовлечения в производственный цикл, повторного использования). Однако потребуются внедрение системы сортировки ТБО, как минимум, на уровне придомовых площадок размещения контейнеров. Например, установка двух контейнеров: один – для отходов, потенциально сортируемых (бумага, стекло, пластик, металлы), второй – для несортируемых и загрязненных пищевыми компонентами.

3. Фракция 10-50 мм в составе ТКО представлена пищевыми отходами (54%), которые впоследствии могут быть отправлены на компостирование, однако потребуются дополнительные мероприятия по выделению пищевого компонента (очистка от пластика и т.д.), что представляет

сложность для предприятий, занимающихся сортировкой отходов. Проблема загрязнения потенциально пригодных к утилизации отходов пищевым компонентом является одним из серьезных препятствий к дальнейшей утилизации отходов.

4. Значительную часть в составе ТКО рассматриваемого полигона составляют кости (2,9%), что может являться специфической особенностью для региона.

5. Различия полученных данных за три дня исследований со справочными усредненными данными Российской Федерации, представленными в Территориальной схеме обращения с отходами Алтайского края, связаны отчасти с предновогодним периодом (повышенное содержание полимерных материалов, пищевых компонентов, стекла). Уменьшение количества бумаги в составе ТКО связано с меньшим использованием бумаги в составе упаковки продуктов питания и прочих товаров потребления, уменьшение количества деревянных отходов – с пониженным использованием деревянных предметов в быту. Твердые коммунальные отходы являются динамичным показателем, отражающим текущую ситуацию в части производства товаров и оказания услуг.

6. Данные натурного исследования морфологического и фракционного состава ТКО показывают необходимость корректировки Территориальной схемы обращения с отходами Алтайского края в части пластика, бумаги, стекла, текстиля, древесины. Знание актуального состава ТКО позволит ввести в регионе корректную систему раздельного сбора отходов и дальнейшего обращения с ними.

Выводы

Conclusions

В результате уточнения сведений о морфологическом и фракционном составе твердых коммунальных отходов Бийского городского округа Алтайского края выявлено несоответствие некоторых усредненных показателей состава ТКО Российской Федерации⁷, что затрудняет введение системы раздельного сбора ТКО и последующее обращение с отходами на полигоне (сортировка поступивших отходов, рекультивация полигона и др.).

⁷ О разработке, общественном обсуждении, утверждении, корректировке территориальных схем в области обращения с отходами производства и потребления, в том числе с твердыми коммунальными отходами, а также о требованиях к составу и содержанию таких схем: Постановление Правительства РФ от 22 сентября 2018 г. № 1130. URL: <https://docs.cntd.ru/document/551187872> (дата обращения: 09.04.2024).

Список источников

1. Вахитов Ю.Ф., Шамсутдинова Л.Р., Зверева Т.И. Изучение изменения морфологического состава твердых бытовых отходов в мегаполисе г. Уфе // *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия «Экология и безопасность жизнедеятельности»*. 2012. № 4. С. 63-69. EDN PJOKAL
2. Аслонов Н.Р., Мухамедова Н.Б., Сардор М.М. Свойства твердых бытовых отходов и их влияние на технологию переработки // *Academic research in educational sciences*. 2021. Т. 9, № 2. С. 240-245. <https://doi.org/10.24412/2181-1385-2021-9-240-245>
3. Лебедева К.А., Графов К.А. Определение морфологического состава твердых коммунальных отходов на территории Петрозаводского городского округа // *StudArctic Forum*. 2018. Т. 2, № 10. С. 29-46. EDN: ZFOJGB
4. Кирейчиков И.В., Унжаков В.В., Маслов Д.И. Органика в ТКО: с чем имеем дело? // *Твердые бытовые отходы*. 2021. № 3 (177). С. 20-23. EDN KHRST
5. Крицкий И.Н. Нюансы компостирования пищевых отходов на примере КПО в Московской области // *Твердые бытовые отходы*. 2024. № 1 (211). С. 23-27. EDN QZZFXU
6. Торопов Д.И., Лавровская Г.Н., Елисеева Н.В., Попова О.А. и др. *Состояние социально-трудовой сферы села и предложения по ее регулированию: Ежегодный доклад по результатам мониторинга 2009 г.* Москва: Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса, 2010. 260 с. EDN QQAYZD
7. Мальцева О.Н. Автоматическая сортировка отходов: опыт Костромы // *Твердые бытовые отходы*. 2017. № 10 (136). С. 24-29. EDN ZPFEBJ

Сведения об авторах

Алеся Викторовна Антипина, студент 4 курса кафедры экологии, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127434, Россия, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: al.ant.2015@mail.ru

Сергей Юрьевич Ермаков, старший преподаватель кафедры экологии, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127434, Россия, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: s.ermakov@rgau-msha.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1120-0326>

Статья поступила в редакцию 08.02.2024
Одобрена после рецензирования 19.03.2024
Принята к публикации 20.03.2024

References

1. Vakhitov Y.F., Shamsutdinova L.R., Zvereva T.I., Akbalina Z.F., Belan L.N. The study of the morphological changes in the composition of solid waste in the city Ufa. *RUDN Journal of Ecology and Life Safety*. 2012;4:63-69. (In Russ.)
2. Aslonov N.R., Mukhamedova N.B., Sardor M.M. Properties of municipal solid waste and its impact on recycling technology. *Academic Research in Educational Sciences*. 2021;9(2):240-245. (In Russ.) <https://doi.org/10.24412/2181-1385-2021-9-240-245>
3. Lebedeva K.A., Grafov K.A. Morphological composition of solid communal waste in Petrozavodsk. *StudArctic Forum*. 2018;2(10):29-46. (In Russ.) <https://doi.org/10.15393/j102.art.2018.3005>
4. Kireychikov I.V., Unzhakov V.V., Maslov D.I. Organics in MSW: what are we dealing with? *Tverdye bytovye otkhody*. 2021;3(177):20-23. (In Russ.)
5. Kritskiy I.N. Nuances of food waste composting on the example of the waste recycling facility in the Moscow region. *Tverdye bytovye otkhody*. 2024;1(211):23-27. (In Russ.)
6. Toropov D.I., Lavrovskaya G.N., Eliseeva N.V., Popova O.A. et al. *State of social and labor sphere of the village and proposals for its regulation: Annual report on the results of monitoring 2009*. Moscow: Russian Research Institute of Information and Technical and Economic Studies on engineering and technical support of agro-industrial complex. 2010:260.
7. Mal'tseva O.N. Automatic waste sorting: the experience of Kostroma. *Tverdye bytovye otkhody*. 2017;10(136):24-29. (In Russ.)

Information about the authors

Alesia V. Antipina, 4th year student of the Department of Ecology, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127434, Russian Federation); e-mail: al.ant.2015@mail.ru

Sergey Yu. Ermakov, Senior Lecturer at the Department of Ecology, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127434, Russian Federation); e-mail: s.ermakov@rgau-msha.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1120-0326>

The article was submitted to the editorial office February 08, 2024
Approved after reviewing March 19, 2024
Accepted for publication March 20, 2024