

## УЧЕТ КЛИМАТИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В СФЕРЕ ОБРАЩЕНИЯ С ТВЕРДЫМИ КОММУНАЛЬНЫМИ ОТХОДАМИ

*А.А. Никанорова<sup>1</sup>, Д.И. Фураева<sup>2</sup>, Д.А. Лебедев<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Научно-исследовательский центр экологической безопасности РАН,  
a.a.nikanorova@gmail.com

<sup>2</sup> Научно-проектная организация «МЕГАПОЛИС»

Рассматриваются рекомендации по учету климатических особенностей РФ при обращении с твердыми коммунальными отходами (ТКО). По результатам многолетних эмпирических исследований выявлены региональные и локальные особенности в организации систем обращения с ТКО на территории РФ. Рассмотрены системы обращения с твердыми коммунальными отходами в разных климатических районах РФ. Определены пять ключевых гидрометеорологических параметров и климатических особенностей на территории Российской Федерации, оказывающих влияние на систему обращения с ТКО. Разработаны технологические рекомендации и решения, позволяющие предусмотреть негативное влияние на функционирование технологических циклов обращения с отходами (в том числе на этапе раздельного накопления и сбора отходов) климатических факторов — избыточных осадков и ветрового переноса, а также обеспечить водонепроницаемость мест накопления и сбора отходов во избежание контакта с поверхностными и грунтовыми водами. Предложены инструменты учета климатических особенностей в системе обращения с отходами на федеральном, региональном и муниципальном уровнях регулирования и организации системы обращения с отходами.

*Ключевые слова:* твердые коммунальные отходы (ТКО), климатическое районирование, обращение с отходами, раздельное накопление отходов, раздельный сбор отходов.

## CONSIDERATION OF THE CLIMATIC CHARACTERISTICS OF THE RUSSIAN FEDERATION IN WASTE MANAGEMENT

*A.A. Nikanorova<sup>1</sup>, D.I. Furaeva<sup>2</sup>, D.A. Lebedev<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Saint-Petersburg Scientific-Research Centre for Ecological Safety RAS

<sup>2</sup> Science and engineering company «MEGAPOLIS» Ltd

The purpose of this study is to develop recommendations for taking into account the climatic features of the Russian Federation when handling municipal solid wastes (MSW). Based on the results of many years of empirical research, regional and local features of the organization of MSW management systems in the Russian Federation have been identified. Municipal solid waste management systems in different climatic regions of the Russian Federation have been considered. Five key hydrometeorological parameters and climatic features in the territory of the Russian Federation affecting the MSW management system have been determined. Technological recommendations and solutions allowing for the negative impact of climatic factors on functioning of technological cycles of waste management (including those at the stage of separate accumulation and collection of waste), i.e. excessive precipitation and wind transport, as well as providing waterproofing of the places of accumulation and collection of waste in order to avoid contact with surface and ground waters have been developed. Tools for taking into account climatic features in the waste management system at federal, regional and municipal levels of regulation and the organization of the waste management system have been suggested.

*Keywords:* municipal solid wastes (MSW), climatic zoning, waste management, waste sorting, separate waste collection.

## Введение

Обращение с отходами в России, в том числе учет их образования, сбор, накопление, транспортирование, утилизация, обезвреживание и размещение твердых коммунальных отходов (ТКО), становится в последние десятилетия не только большой экологической, но и социально-экономической проблемой, важной как в санитарно-гигиеническом аспекте, так и с позиций ресурсосбережения. Особую масштабность данная проблема приобретает ввиду колоссальной разницы в условиях образования отходов, способах их транспортирования и дальнейшей утилизации, обезвреживания и размещения в различных частях обширной территории Российской Федерации.

В период с 2015 г. и по настоящее время вносятся изменения в Федеральный закон от 24 июня 1998 г. № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления», введены новые понятия, такие как ТКО, и новые участники системы обращения с отходами (региональные операторы по обращению с ТКО и отходами I и II классов опасности, российский экологический оператор), государственная информационная система учета ТКО и др.

В 2017 г., объявленном годом экологии в России, был дан старт масштабной экологической реформе. В конце 2018 г. президиумом Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и национальным проектам был утвержден национальный проект «Экология», одним из ключевых направлений которого является обращение с твердыми коммунальными отходами. Особое внимание в ходе реформы было уделено юридическим аспектам в сфере обращения с отходами, в результате чего ряд нормативных документов был актуализирован, а также дополнен новыми нормативно-правовыми актами. Однако санитарные нормы и правила только планируется обновлять вслед за Федеральными законами и современными технологическими решениями и разработками.

Климатические условия в разных частях обширной территории Российской Федерации существенно различаются. Однако на сегодняшний день отсутствуют нормативные документы или рекомендации, учитывающие влияние гидрометеорологических условий на организацию и проведение работ в области обращения с отходами производства и потребления. В связи с этим актуальной представляется задача учета гидрометеорологических показателей при организации системы обращения с отходами.

Целью данного исследования является разработка рекомендаций по учету климатических особенностей РФ при обращении с ТКО (в том числе при раздельном накоплении и сборе отходов), основанная на изучении изменения свойств отходов под воздействием условий окружающей среды и анализе внутригодовой изменчивости климатических факторов на территории РФ.

## Материалы и методы

В соответствии с СП 131.13330.2012 «Строительная климатология» территория Российской Федерации подразделяется на четыре климатических района, в каждом из которых выделяются подрайоны (в общей сумме 16 климатических подрайонов).

Данный свод правил является основополагающим при проектировании зданий и сооружений, инженерных систем, а также при планировке территорий поселений.

Районирование проводится по таким параметрам, как среднемесячная температура воздуха в январе и июле, средняя скорость ветра за три зимних месяца, среднемесячная относительная влажность воздуха в июле. На рис. 1 представлена годовая и сезонная амплитуда температуры воздуха для климатических районов [10], сведения о которых приводятся в табл. 1.

Наибольшая изменчивость температуры воздуха характерна для I климатической зоны, к которой относится большая площадь территории России, а наименьшая — для II климатической зоны, в которой сосредоточена основная доля населения страны (табл. 1). При этом стоит отметить, что для IV зоны в холодный период наблюдается наибольшая амплитуда температуры воздуха, а в теплый период — наименьшая.

Среднегодовое количество осадков составляет: для I климатической зоны 300—1000 мм; для II зоны 400—900 мм; для III зоны 300—2000 мм; для IV зоны 400—1000 мм. Большая часть осадков выпадает в предгорьях Кавказа (III и IV климатические районы), Урала (I климатический район), а также в прибрежной зоне в Приморском и Камчатском крае (II климатический район).

Самым густонаселенным (наибольшая численность и плотность населения) климатическим районом является II район, в котором расположена большая часть европейской территории страны и шесть мегаполисов (см. табл. 1).

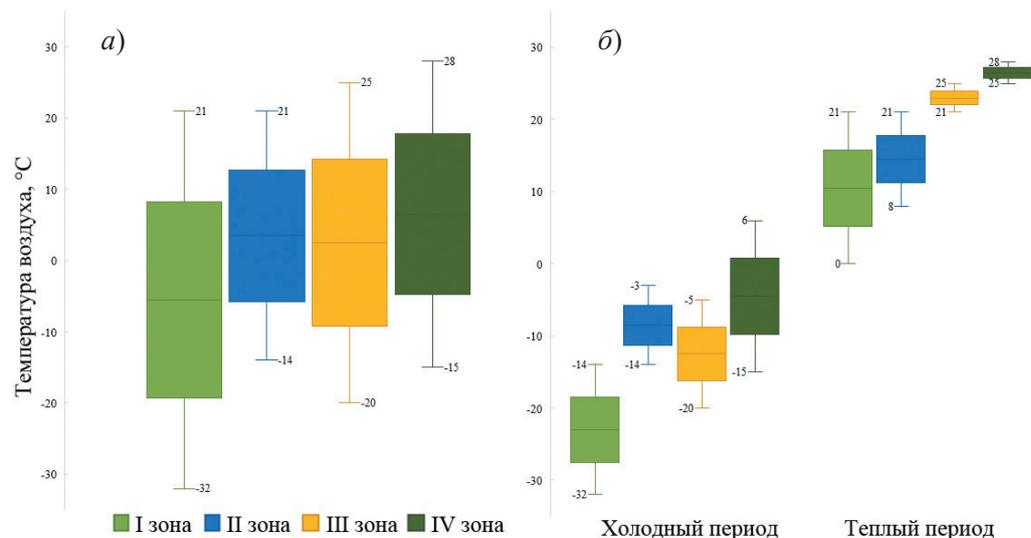


Рис. 1. Амплитуда температуры воздуха по климатическим зонам.

*a* — годовая амплитуда, *б* — сезонная амплитуда.

Fig. 1. Amplitudes of air temperature for climatic zones.

*a* — is the annual amplitude, *б* — is the seasonal amplitude.

Таблица 1

Классификация субъектов РФ по климатическим зонам  
 Classification of subjects of the Russian Federation by climatic zones

Климатический район	Федеральный округ	Площадь территории, км <sup>2</sup>	Численность населения	Крупные города	
				более 1 млн. чел.	более 450 тыс. чел.
I	Сибирский, Приволжский, Северо-Западный, Уральский, Дальневосточный	14 903 685	48 774 610	Новосибирск, Екатеринбург, Челябинск, Омск, Уфа, Красноярск, Пермь	Тюмень, Барнаул, Ижевск, Иркутск, Хабаровск, Владивосток, Томск, Кемерово, Новокузнецк, Оренбург, Киров, Нижний Тагил
II	Центральный, Приволжский, Северо-Западный, Дальневосточный	2 982 867	70 780 162	Москва, Санкт-Петербург, Нижний Новгород, Казань, Самара, Воронеж	Тольятти, Ульяновск, Ярославль, Рязань, Набережные Челны, Липецк, Тула, Калининград, Курск, Чебоксары
III	Приволжский, Южный, Северо-Кавказский	540 490	21 417 765	Ростов-на-Дону, Волгоград	Краснодар, Саратов, Астрахань, Севастополь
IV	Южный, Северо-Кавказский	179 010	7 343 914	—	Махачкала, Сочи

Рассмотрим физические параметры ТКО, к которым относят массу, объем, плотность, влажность. По последним данным, ежегодно на территории РФ образуется порядка 275 млн м<sup>3</sup> твердых коммунальных отходов [7]. При этом 52 % твердых коммунальных отходов образуется во II климатической зоне, 30 % — в I климатической зоне, 15 и 3 % — в III и IV климатических зонах соответственно (рис. 2).

По результатам многолетних эмпирических исследований, проведенных специалистами НПО «МЕГАПОЛИС» в период с 2005 по 2019 г., были выявлены региональные и локальные особенности организации систем обращения с ТКО на территории РФ. Так, на территории Ленинградской, Калининградской, Тверской, Мурманской, Ростовской, Волгоградской областей (II—III климатические районы) повсеместно распространен общий сбор ТКО. В республике Коми (I климатический район), в условиях значительной удаленности населенных пунктов от объектов обезвреживания отходов, ТКО удаляются с контейнерных площадок не ежедневно и поступают на объекты хранения отходов с последующим транспортированием железнодорожным транспортом на объекты обезвреживания; ежедневный вывоз ТКО на практике вызывает большие затруднения. В Красноярском крае (I климатический район) многие населенные пункты значительно удалены друг от друга; при этом в летнее время дорожное сообщение отсутствует, а в зимнее время осуществляется по «зимникам». В республике Саха (Якутия) накапливаются «мерзлые» бытовые отходы, требующие оборудования особых площадок для их сбора.

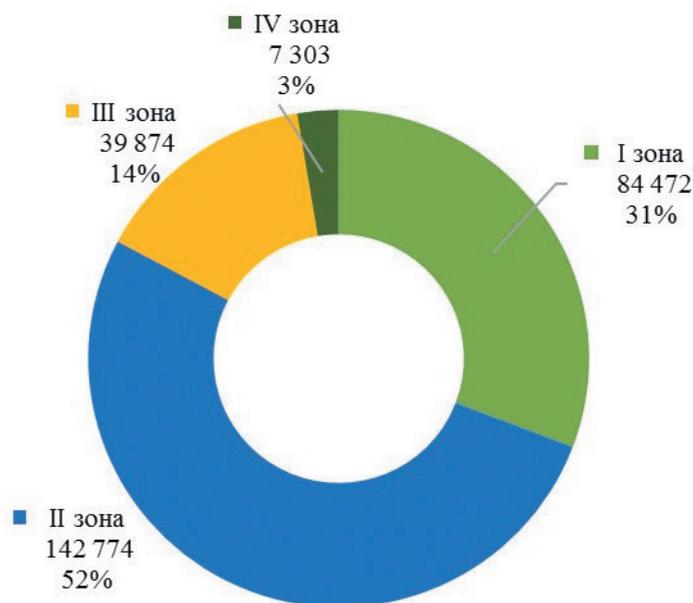


Рис. 2. Объем образованных ТКО (тыс. м<sup>3</sup>) в разрезе климатических зон за 2017 г.

Fig. 2. The volume of solid waste generated (10<sup>3</sup> m<sup>3</sup>) by climate zones in 2017.

В рамках экологической реформы в стране планомерно вводятся отдельные (селективные) накопление и сбор ТКО. Московская область с 2019 г. уже перешла на «двухконтейнерную» систему раздельного накопления отходов с использованием контейнеров разного цвета: полезные вторичные компоненты (стекло, пластик, бумага) отделяются от прочих (смешанных) отходов.

Наибольшие удельные показатели (по массе и объему) на душу населения приходятся на городское население в крупных городах. Большие нормативы накопления отходов отмечаются для крупных городов и районов с развитой инфраструктурой вне зависимости от климатической зоны (рис. 3). Следует отметить, что в городах-курортах, расположенных в III климатическом районе, норматив накопления ТКО намного превышает нормативы, установленные для населенных пунктов районов с менее развитой инфраструктурой. Например, в Краснодарском крае для г. Сочи установлен норматив 3,7 м<sup>3</sup>/чел. в год, для г. Анапа — 2,0 м<sup>3</sup>/чел. в год, а для Кушевского района — 1,54 м<sup>3</sup>/чел. в год (см. рис. 3).

Анализ нормативов накопления в регионах показывает, что плотность отходов находится в диапазоне от 150 до 300 кг/м<sup>3</sup>. Из практики эмпирических исследований НПО «МЕГАПОЛИС» и обзора литературы следует, что в последнее десятилетие нормативы накопления ТКО имеют тенденцию к снижению плотности [5]. В целом по России в весенне-летний период плотность ТКО несколько ниже.

Общая влажность ТКО из благоустроенного жилищного фонда составляет 30—60 %, из неблагоустроенного жилищного фонда — порядка 70 %; влажность

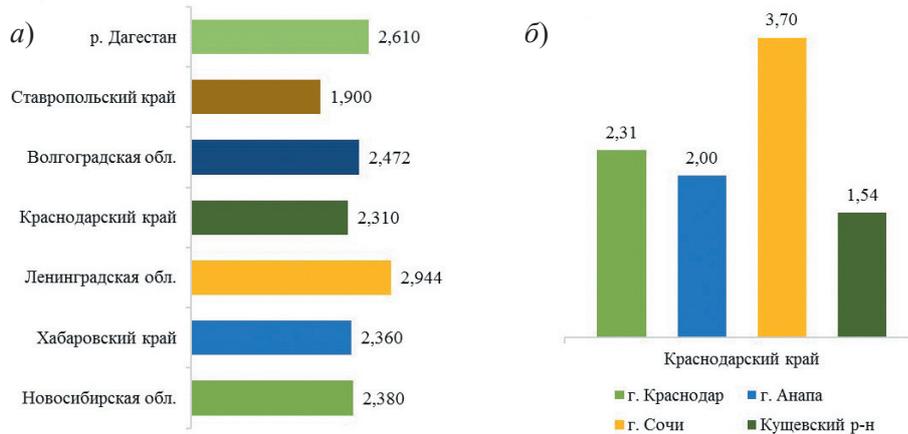


Рис. 3. Нормативы накопления ТКО (м<sup>3</sup>/ чел. в год).

- а) по субъектам РФ, расположенным в разных климатических зонах;  
 б) по населенным пунктам (районам) Краснодарского края.

Fig. 3. The standards for the accumulation of MSW (in m<sup>3</sup>/person per year).

- а) for the subjects of the Russian Federation located in different climatic zones,  
 б) for the settlements (areas) of the Krasnodar Territory.

отходов, собранных в дни с осадками, повышается в среднем на 5 %. Например, влажность пищевых отходов в составе ТКО составляет порядка 60—70 % [4, 9]. Таким образом, морфологический состав отходов напрямую влияет на влажность отходов (табл. 2) [9].

Таблица 2

Морфологический состав ТКО по климатическим районам (массовая доля, %)

The morphological composition of MSW by climatic areas (% by weight)

Климатический район	Компоненты отходов									
	Пищевые отходы	Бумага, картон	Дерево	Черный металл	Цветной металл	Текстиль	Стекло	Пластмасса	Прочее	Отсев
I	32—39	26—35	2—5	3—4	0,5—1,5	4—6	4—6	3—4	5—10	4—6
II	35—45	32—35	1—2	3—4	0,5—1,5	3—5	2—3	3—4	3—6	5—7
III—IV	40—49	22—30	1—2	2—3	0,5—1,5	3—5	2—3	3—6	6—8	6—8

Из табл. 2 видно, что в составе отходов III—IV климатических районов практически половину занимают пищевые отходы, особенно фрукты и овощи, причем сезонная динамика содержания указанного компонента выражена не так ярко, как в I и II климатических районах.

Скорость протекания химических реакций напрямую зависит от температуры окружающей среды. При температуре воздуха выше 10°C и достаточном доступе кислорода в толще отходов происходит усиленное размножение мезофильных микроорганизмов, перерабатывающих органическую часть ТКО. Оптимальная

температура их развития составляет 25—30 °С, при температуре выше 40 °С данный тип микроорганизмов погибает и начинается размножение других типов бактерий [6].

Правовое регулирование в сфере обращения с отходами в Российской Федерации (РФ) осуществляется в соответствии с требованиями законов, санитарных норм и правил, а также подзаконных актов всех уровней власти:

— *на федеральном уровне* (федеральные законы № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления», №7-ФЗ «Об охране окружающей среды», № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» и др.; постановления Правительства РФ № 1156 от 12.11.2016, № 1039 от 31.08.2018 и др.; санитарные нормы и правила СанПиН 42-128-4690-88 «Санитарные правила содержания территорий населенных мест», СанПиН 2.1.7.1038-01 «Гигиенические требования к устройству и содержанию полигонов для твердых бытовых отходов» и др.; строительные нормы и правила СП 320.1325800.2017. Полигоны для твердых коммунальных отходов. Проектирование, эксплуатация и рекультивация, СП 31-108-2002. Мусоропроводы жилых и общественных зданий и сооружений и др.);

— *на региональном уровне* (областные законы; постановления Правительства субъектов федерации; территориальная схема по обращению с отходами субъекта федерации; иные региональные нормативные документы, не противоречащие федеральному законодательству);

— *на местном (муниципальном) уровне* (правила благоустройства (благоустройства и санитарного содержания) территории муниципального образования; генеральная схема санитарной очистки территории муниципального образования; постановления администрации, совета депутатов муниципального образования, иные нормативные документы местного значения, не противоречащие региональному и федеральному законодательству).

Территориальные схемы по обращению с отходами и генеральные схемы санитарной очистки разрабатываются для каждой административной единицы по отдельности, но с учетом общих требований и санитарных норм и правил, которые не учитывают климатические и административно-территориальные особенности регионов.

Если на конечных этапах в системе обращения с отходами климатические факторы учитываются при проектировании инженерных сооружений (полигоны, мусороперерабатывающие заводы) и приводятся в обосновывающей документации в соответствии с нормативными документами, регламентирующими проектирование и строительство таких объектов, то нормативная документация в настоящий момент не предусматривает учета гидрометеорологических факторов на этапе сбора твердых коммунальных отходов. На сегодняшний день разработан проект по актуализации одного из ключевых документов в сфере санитарной очистки — СанПиН 42-128-4690-88 «Санитарные правила содержания территорий населенных мест», который проходит экспертизу и планируется к вводу в 2019 г. В этом проекте вводится разделение территории в соответствии с ее экономико-географическими и климатическими особенностями: отдельные положения описывают особенности организации системы обращения с отходами в районах Крайнего

Севера и приравненных к ним районах, а также в Арктической зоне. Так, количество мусоросборников, планируемых к установке на контейнерной площадке в данных районах, предлагается определять не только исходя из численности обслуживаемого населения и нормативов накопления ТКО, но и с учетом периодичности вывоза ТКО. Также для районов Крайнего Севера предлагается установить, что вывоз несортированных отходов может осуществляться реже чем один раз в трое суток исключительно при согласовании с территориальным органом Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека.

### Результаты

Изучение специфики образования и накопления ТКО, а также организации технологических циклов обращения с ТКО во всех четырех климатических районах РФ показало, что к факторам, влияющим на физические параметры ТКО, можно отнести социальный уровень и покупательную способность населения, технологический подход при обращении с отходами, климатические факторы.

Более высокий социальный уровень и относительно высокая покупательная способность населения, характерные для жителей мегаполисов и развитых промышленных городов, обеспечивают среднегодовые нормативы накопления ТКО выше средних показателей по стране. Кроме того, морфологический состав ТКО различается в населенных пунктах с разным уровнем благоустройства, что сказывается впоследствии на плотности отходов.

Современные технологические подходы, применяемые при сборе и транспортировании отходов, позволяют изменить плотность и объем ТКО, уменьшив последний в 5—7 раз до этапа обработки отходов.

Можно выделить пять основных климатических факторов, способных повлиять на свойства твердых коммунальных отходов, а также на технологические процессы обращения с отходами.

1. *Количество и характер осадков* определяют возможность наводнений в поймах рек и вследствие этого подтопления или же затопления ряда близлежащих объектов системы обращения с отходами. Количество осадков напрямую влияет на изменение влажности воздуха и отходов (рис. 4).

В осенне-зимний период в связи с обилием осадков и понижением температуры воздуха, а также в результате сезонных изменений морфологического состава ТКО, влажность отходов увеличивается.

Повышенная влажность отходов совместно с высоким содержанием органической составляющей (особенно в III—IV климатических зонах из-за значительной доли растительной пищи в рационе питания населения) приводят к ускоренному протеканию реакций между компонентами отходов, высвобождая целый спектр химических соединений. Свойства ТКО и их компонентов значительно меняются при абсолютной влажности воздуха более  $18,4 \text{ г/м}^3$  [8]. Продолжительное хранение ТКО и некоторых их компонентов на местах их первичного накопления (контейнерные площадки) в дни с осадками, особенно в летнее время, может

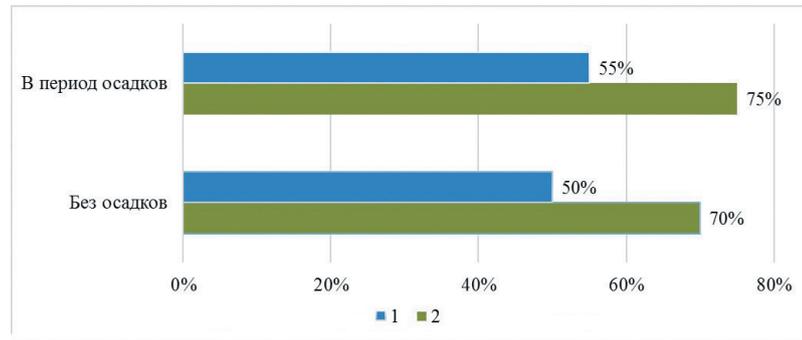


Рис. 4. Зависимость влажности (%) ТКО от количества осадков.

1 — благоустроенный жилой фонд, 2 — неблагоустроенный жилой фонд.

Fig. 4. Dependence of MSW moisture on precipitation.

1 — comfortable housing, 2 — uncomfortable housing.

привести к излишней влажности и непригодности отходов и их компонентов (бумага, пищевые отходы, металлы, текстиль и т.п.) для дальнейшей обработки и использования в качестве вторичного сырья. Так, например, влажность макулатуры всех групп не должна превышать 15,0 % [3], однако это значение при относительной влажности атмосферного воздуха более 80 % достигается за сутки. Кроме того, наличие излишней влаги в составе отходов выводит из строя металлическое и деревянное оборудование (контейнеры, кузова мусоровозов), используемое на различных этапах технологических циклов обращения с отходами.

2. *Температурный режим, экстремальное повышение или понижение температуры воздуха.* Известно, что скорость химических процессов при повышении температуры на 10 °C увеличивается в 2—4 раза [1, 2]. Таким образом, данный фактор напрямую влияет на протекание биохимических реакций между компонентами ТКО. В результате биохимических превращений отходов изменяется их химический состав, и вследствие этого может измениться также класс опасности отходов. Санитарные правила и нормы предусматривают ежедневный вывоз отходов при температуре 5 °C и выше, а при температуре ниже 5 °C допускается вывоз не реже одного раза в три дня. Условно разделим год на два периода «зимний» (осень, зима, весна) и «летний» (весна, лето, осень) (рис. 5). Таким образом, в так называемый «зимний» период на территории I—IV климатических районов допустим вывоз по мере накопления, но не реже одного раза в три дня. При повышении температуры выше 5 °C в «зимний» период, что характерно для некоторых частей IV климатической зоны, обязателен ежедневный вывоз. В «летний» период ежедневный вывоз обязателен для I—IV климатических зон за исключением отдельных территорий I зоны, где температура может понизиться до значений менее 5 °C.

Особенно важно соблюдение нормативных требований в части периодичности вывоза отходов для III—IV климатических районов, где органическая часть

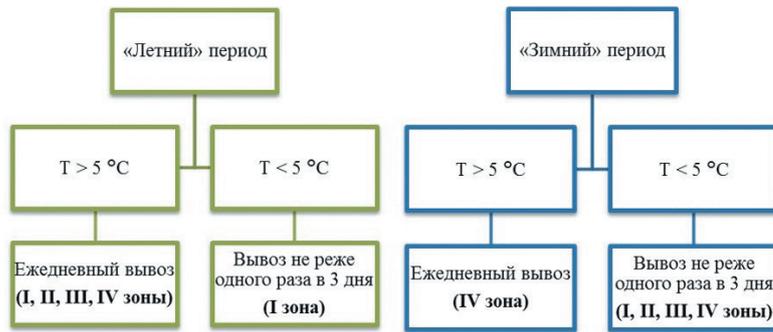


Рис. 5. Зависимость периодичности вывоза ТКО от сезона и температуры воздуха.

Fig. 5. The dependence of the frequency of MSW collection from the season and air temperature.

отходов составляет большую часть ТКО (см. табл. 2), а температура воздуха в летний период превышает 20 °С.

При организации раздельных накопления и сбора отходов, контейнеры с несортированными отходами (в которые попадают в том числе пищевые отходы и иные органические остатки) необходимо опорожнять ежедневно. Контейнеры, предназначенные для сбора вторичного сырья (бумаги, пластика, стекла), допускается опорожнять по мере накопления. Однако при высоких значениях температуры и влажности воздуха можно порекомендовать осуществлять вывоз вторичного сырья не реже одного раза в неделю во избежание непригодности вторичного сырья для дальнейшей переработки.

Стоит отметить, что резкое повышение температуры может стать причиной пожаров даже на таких природоохранных объектах, как полигоны, где самовозгорание отходов, откуда выделяется метан, может привести к неконтролируемому и сложно прогнозируемому увеличению концентрации и образованию новых загрязняющих веществ и новых токсинов. Отходы до их воспламенения менее опасны для здоровья человека и состояния окружающей среды, чем образующиеся в процессе горения вещества.

3. Движение воздушных масс (ветер) может оказывать влияние на перенос легколетучих компонентов отходов, пыли, токсических веществ на значительные расстояния как в пределах населенных пунктов, так и за их границами. Также ветер может переносить часть отходов за границы контейнерной площадки, тем самым нарушая санитарное состояние прилегающей территории. Особенно важен данный фактор для I климатического района (зона тундры и лесотундры), где растительный покров разрежен и имеет небольшую высоту, а также для III—IV климатических районов в степной зоне, где распространена низкая травянистая растительность.

4. При организации и оборудовании полигонов для захоронения отходов, а также при организации сбора отходов с использованием контейнеров заглубленного

типа следует учитывать *уровень грунтовых вод* (который соизмерим с глубиной полости для контейнера), а также *характер поверхностного стока*. Учет поверхностного стока особенно необходим в связи с формированием опасных ледовых явлений, которые приводят к наводнениям и паводкам [1, 2]. Санитарными правилами и нормами предусмотрена санитарно-защитная полоса, в которой запрещается размещение выгребных ям и сборников жидких бытовых отходов, что следует предусмотреть в требованиях для мест сбора и накопления ТКО. При корректировке нормативных документов и организации технологических процессов сбора и накопления отходов в водоохраных зонах также следует в качестве обязательного требования добавить изготовление сооружений контейнерных площадок и контейнеров из водонепроницаемых материалов. При этом можно не ограничивать близость взаиморасположения контейнерных площадок для сбора ТКО в прибрежной зоне, а главным требованием, влияющим на расположение контейнерных площадок, обозначить учет уровня воды при паводках.

5. *Экстремальные погодные явления*. К экстремальным природным явлениям, способным существенно нарушить функционирование технологических циклов обращения с отходами, относятся наводнения, ураганные и штормовые ветры, количество осадков, превышающее среднегодовую норму, и т. п. [1, 2]. Статистические данные Росгидромета показывают, что за последние 20 лет повторяемость экстремальных погодных явлений возросла в два раза, и при этом около половины случаев связано со штормовым ветром и интенсивными осадками. Возрастает повторяемость наводнений на территории Восточной Сибири (Иркутская область) и Дальнего Востока (Амурская область, Хабаровский край), относящихся к I климатическому району. Причины явления связывают с аномальным количеством осадков в летний период, которые совпадают с фазами паводков, что приводит к большому экономическому и экологическому ущербу. Последствия влияния экстремальных погодных явлений, и в частности штормовых ветров и обильных осадков, обсуждались выше при рассмотрении таких факторов, как количество и характер осадков, движение воздушных масс. Высокие риски загрязнения окружающей среды в результате экстремальных погодных явлений более вероятны для объектов с большим скоплением отходов, то есть для полигонов для захоронения отходов, мусороперегрузочных станций и сортировочных комплексов, и при правильной организации работы этих объектов эти риски должны быть предусмотрены и уже учтены в санитарных нормах и правилах.

Крупные объекты обработки, утилизации, хранения и захоронения отходов, как правило, уникальны и охватывают своими услугами большое число источников образования отходов. Они возводятся после гидрологических и экологических изысканий, оценки воздействия на окружающую среду. При должной организации работ подобных объектов учитываются все климатические и гидрометеорологические факторы, характерные для территории, на которой они располагаются. На *этапах накопления, сбора и транспортирования ТКО, компонентов отходов и потенциального вторичного сырья* в дополнение к существующим нормативным требованиям, не учитывающим все гидрометеорологические факторы, в табл. 3 предложены рекомендации и технологические решения.

Таблица 3

Рекомендации и технологические решения  
по учету гидрометеорологических параметров на территории РФ  
при внедрении раздельного накопления и сбора ТКО в разрезе климатических районов

Recommendations and technological solutions for accounting  
of the hydrometeorological parameters in the Russian Federation when implementing separate  
accumulation and collection of MSW in the context of climatic regions

№ п/п	Фактор	Вид отходов, компонентов	Климатический район			
			I	II	III	IV
1	<i>Осадки</i>					
1.1	Осадки в течение года	ТКО и все компоненты	Обустройство навеса на контейнерных площадках Оборудование контейнеров крышками			
1.2	При достижении абсолютной влажности воздуха 18,4 г/м <sup>3</sup> и выше	Бумага и картон	Хранение в местах накопления и сбора не более 1 дня. Вывоз на второй день при высокой влажности			
2	<i>Температурный режим</i>					
2.1	«Летний» период (весна, лето, осень)					
2.2	T ниже 5 °C	ТКО, пищевые компоненты ТКО	Вывоз не реже одного раза в 3 дня		—	
2.3		Стекло, пластик, металлы, древесные отходы, бумага и картон	Вывоз по мере накопления			
2.4	T выше 5 °C	ТКО, пищевые компоненты ТКО	Ежедневный вывоз			
2.5		Стекло, пластик, металлы, древесные отходы, бумага и картон	Вывоз по мере накопления при соблюдении требований п.1.2			
2.6	«Зимний» период (осень, зима, весна)					
2.7	T ниже 5 °C	ТКО, пищевые компоненты ТКО	Вывоз не реже одного раза в 3 дня			
2.8		Стекло, пластик, металлы, древесные отходы, бумага и картон	Вывоз по мере накопления			
2.9	T выше 5 °C	ТКО, пищевые компоненты ТКО	—	Ежедневный вывоз		
2.10		Стекло, пластик, металлы, древесные отходы, бумага и картон	—	Вывоз по мере накопления при соблюдении требований п. 1.2		
3	<i>Ветровой режим</i>		Обустройство навеса и оборудование ограждения из металла или бетона высотой не менее 1,5 м			

№ п/п	Фактор	Вид отходов, компонентов	Климатический район			
			I	II	III	IV
4	<i>Грунтовые воды, поверхностный сток</i>	ТКО и все компоненты	Бетонирование подземной части вокруг контейнера при обустройстве контейнерной площадки заглубленного типа Расположение контейнерных площадок выше возможного уровня воды водных объектов во время половодья или паводков			
5	<i>Экстремальные погодные явления</i>	ТКО и все компоненты	Обустройство навеса на контейнерных площадках Обустройство навеса и оборудование ограждения высотой не менее 1,5 м Изменение периодичности вывоза (п. 1.2, 2)			

*Примечание.* Предлагаемые рекомендации и технологические решения применимы на территории населенных пунктов с разной численностью населения (см. табл. 1). Контейнерная система накопления и сбора отходов обязательна для крупных населенных пунктов и многоквартирных жилых домов. Для индивидуальных жилых домов допустимо применение «позвонковой» системы сбора отходов.

Рассмотрим подробнее рекомендации, предложенные в табл. 3. Обязательным технологическим требованием на этапах накопления и сбора ТКО должно стать обустройство *навеса* на контейнерных площадках в дополнение к *трехстороннему ограждению*, а также обязательное оборудование контейнеров для сбора ТКО *крышками*, что позволит избежать повышения влажности ТКО и таким образом предупредить нежелательные биохимические реакции между компонентами отходов, а также сократить степень износа как контейнеров, так и мусоровозной техники на дальнейшем этапе транспортирования ТКО. Учет технологических рекомендаций позволит свести к минимуму разбрасывание отходов вследствие порывов ветра, что приведет к улучшению санитарного состояния прилегающей к контейнерной площадке территории. В зимний период обустройство навеса позволит избежать излишнего накопления снега на контейнерной площадке.

Анализ положений санитарных правил и норм показал, что обязательным технологическим требованием к контейнерной площадке должно быть ее ограждение бордюром и зелеными насаждениями (кустарниками) по периметру (более подробные характеристики технического благоустройства в части ограждения отсутствуют). Обустройство кирпичного, бетонного, сетчатого, металлического ограждения имеет рекомендательный характер, однако при учете гидрометеорологических особенностей материал ограждения приобретает особую важность, равно как и высота ограждения, которая не регламентируется вовсе. Предлагается принять *высоту ограждения* равной не менее 1,5 м для предотвращения ветрового переноса отходов, а в качестве *материала ограждения* использовать бетон или металл, которые предотвращают попадание влаги на площадку при выпадении осадков (в отличие от сетчатого ограждения) и более практичны в обслуживании и ремонте, чем кирпичное ограждение.

Одним из требований санитарных правил и норм является обустройство *водонепроницаемого покрытия* на контейнерной площадке, однако на территории

муниципальных образований по всей стране все большее распространение получают контейнеры заглубленного типа, где немаловажно обеспечить водонепроницаемость основания подземной части вокруг контейнера. Для этого следует в качестве обязательных конструктивных особенностей предложить бетонирование котлована для контейнера (или возводить аналогичное по водонепроницаемости покрытие), что позволит исключить возможное просачивание отходов в грунтовые воды при возникновении неисправностей контейнера, исключая затопление отходов и загрязнение грунтовых вод фильтрами.

*Число устанавливаемых контейнеров* для сбора ТКО уместно было бы определять с учетом жилищной площади, которую обслуживает контейнерная площадка, нормативов накопления ТКО, а также *минимально необходимой* периодичности вывоза отходов, которая зависит от климатического района и сезона года (см. табл. 3). Также уместно было бы учесть современные тенденции в сфере обращения с отходами при введении селективных накопления и сбора отходов и резервировать 20 % общего числа установленных на площадке контейнеров для накопления и сбора компонентов и потенциального вторичного сырья, тем самым реализуя систему раздельного сбора ТКО.

### Обсуждение

Учет гидрометеорологических показателей на этапе сбора твердых коммунальных отходов крайне важен в связи с различием климатических условий на территории страны.

Более 67 % населения Российской Федерации проживает в климатических условиях, для которых обязателен ежедневный вывоз ТКО в «летний» период (рис. 6). В «зимний» период климатические параметры позволяют осуществлять вывоз ТКО не реже одного раза в три дня; исключение составляет территория Северного Кавказа (IV климатическая зона), где проживает менее 5 % населения и ежедневный вывоз ТКО обязателен на протяжении всего года.

При организации раздельного сбора отходов, контейнеры для накопления и сбора вторичного сырья допустимо опорожнять / вывозить по мере их наполнения. В случае несортированных отходов (в том числе пищевых) необходим ежедневный вывоз в «летний» период или при достижении высокой влажности воздуха (см. табл. 3).

Ввиду того что 80 % территории России с плотностью населения всего лишь 3,3 чел./км<sup>2</sup> относятся к I климатическому району, в некоторых частях района экономически нецелесообразен ежедневный вывоз ТКО на существующие объекты обезвреживания ввиду значительной взаимной удаленности населенных пунктов (например, Красноярский край). В качестве решения проблемы удаленности источников образования отходов от мест их обезвреживания (более 150—200 км), вариантом *технологических решений* можно рассмотреть использование локальных установок обезвреживания отходов на территории их образования при условии экономической нецелесообразности ежедневного вывоза на уже существующие объекты обезвреживания.

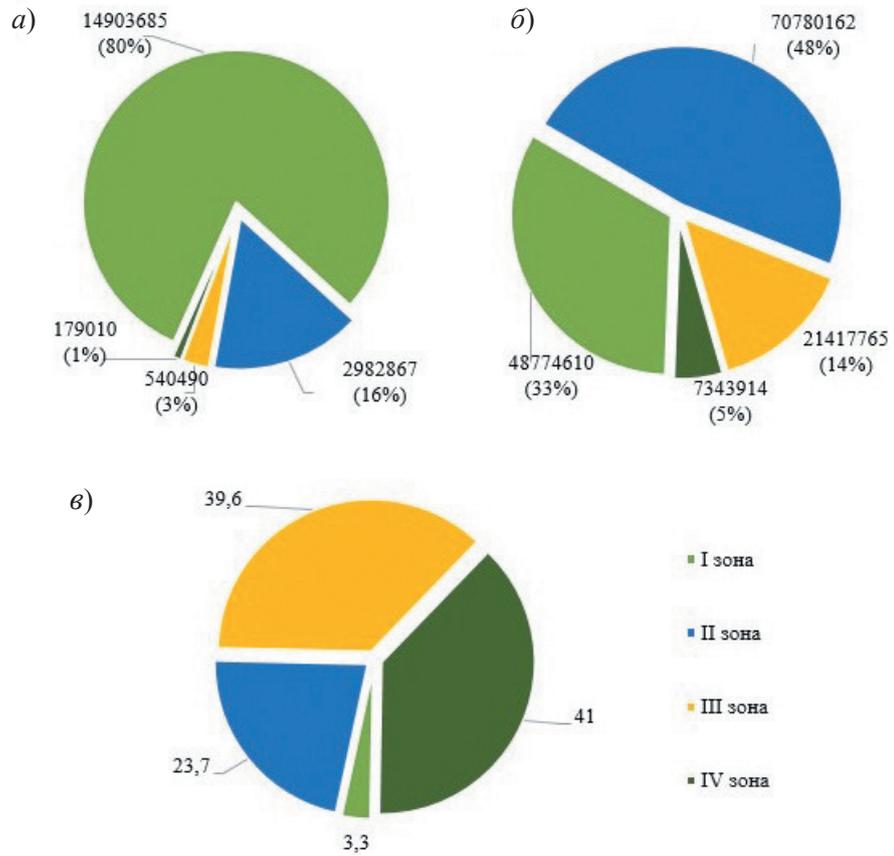


Рис. 6. Распределение площади территории, численности и плотности населения Российской Федерации по климатическим зонам.

*a* — площадь, км²; *b* — население, чел.; *c* — плотность, чел./км².

Fig. 6. Assignment of the area, size and population density of the Russian Federation by climatic zones.

*a*) area, km²; *b*) population, people; *c*) density, people per 1 km².

Со времени выхода в России основополагающих нормативных документов в остальном мире произошел существенный прорыв в развитии технологий обезвреживания и утилизации отходов. В частности, СанПиН 42-128-4690-88 «Санитарные правила содержания территорий населенных мест» был утвержден Минздравом СССР 31 год назад. Несмотря на то что данный документ проходит стадию актуализации, проект СанПиНа учитывает лишь малую часть климатических особенностей, оказывающих влияние на этапе сбора и транспортирования ТКО, их компонентов и вторичного сырья, и не рассматривает технические параметры обустройства контейнерной площадки применительно к климатическим районам страны.

Инструментом внедрения технологических решений может быть утверждение требований в руководящих нормативных документах, санитарных требованиях и т.п. Инструменты учета гидрометеорологических особенностей в системе обращения с отходами могут быть реализованы как на федеральном, так и на региональном и местном (муниципальном) уровнях:

— *на федеральном уровне* включение рекомендаций в санитарные нормы и правила;

— *на региональном уровне* включение рекомендаций в порядок накопления ТКО, территориальную схему обращения с отходами и иные нормативные документы, не противоречащие федеральному законодательству;

— *на муниципальном уровне* включение рекомендаций в генеральную схему санитарной очистки, правила благоустройства и санитарного содержания.

### Заключение

Большая площадь территории Российской Федерации находится в I климатической зоне, а около половины населения страны проживает во II климатической зоне, которая охватывает большую часть европейской территории страны. В III—IV климатических зонах, т. е. на территории европейского юга России, где наблюдаются наиболее благоприятные климатические условия для жизни и здоровья населения, отмечается наибольшая плотность населения.

В рамках многолетней практики ООО «НПО «МЕГАПОЛИС» (с 2005 г.) стала очевидна проблема недоучета климатических и гидрометеорологических факторов при организации технологических циклов обращения с ТКО, КГО, компонентами отходов и потенциальным вторичным сырьем. Естественные биохимические превращения отходов находятся в тесной зависимости от гидрометеорологических условий территории.

Проведенный анализ нормативных требований и санитарных норм показал, что климатические факторы не учтены на всех уровнях: федеральном, региональном, муниципальном. Обязательные и унифицированные требования, предъявляемые в рамках санитарных требований, не всегда позволяют организовать сбор отходов с учетом климатических и административно-территориальных особенностей территорий.

Строительство и эксплуатация крупных природоохранных и промышленных объектов предусматривают индивидуальный подход и проведение предварительных изысканий с последующим мониторингом состояния окружающей среды, что заведомо позволяет учесть климатические факторы для разного рода природоохранных объектов, в том числе заводов и комплексов по переработке отходов. Напротив, анализ состояния окружающей среды на этапе сбора и вывоза отходов, их компонентов и вторичного сырья практически очень сложно осуществим.

Многолетний опыт работы ООО «НПО «МЕГАПОЛИС» в сфере санитарной очистки и благоустройства населенных пунктов позволил определить ключевые климатические факторы, влияющие на свойства ТКО, этапы технологических циклов обращения с отходами во всех климатических районах Российской

Федерации: количество и характер осадков, температурный режим, экстремальные повышение или понижение температуры воздуха, движение воздушных масс (ветер), уровень грунтовых вод и характер поверхностного стока, экстремальные погодные явления.

Разработаны технологические рекомендации и решения, позволяющие предусмотреть негативное влияние климатических факторов (избыточные осадки, ветровой перенос) на функционирование технологических циклов обращения с отходами, а также обеспечить водонепроницаемость мест накопления и сбора отходов во избежание контакта с поверхностными и грунтовыми водами. Для 67 % населения ежедневный вывоз ТКО необходим в теплое время года, а для 5 % населения — круглогодично. Предложенные технологические и организационные решения разработаны с указанием возможных способов их принятия и утверждения требований на муниципальном, региональном, федеральном уровнях, с учетом того что по территориям некоторых субъектов РФ, районов и муниципалитетов проходят границы между климатическими зонами.

Рекомендации по конструкции и расположению контейнерных площадок для накопления и сбора ТКО и компонентов отходов с учетом особенностей климатических районов РФ разработаны и утверждены в рамках генеральных схем санитарной очистки, разработанных ООО «НПО «МЕГАПОЛИС» ([www.themegapolis.ru](http://www.themegapolis.ru)) для ряда городов, населенных пунктов и районов в Ленинградской, Московской, Мурманской, Калининградской, Курской, Ростовской и других областях, в Пермском крае, в республиках Коми и Саха (Якутия) и в других субъектах Российской Федерации.

### Список литературы

1. Дикинис А.В., Илларионов А.В., Лебедева А.А., Шилов Д.В., Родионова Е.Д. Учет гидрометеорологических условий в технологических циклах обращения с отходами производства и потребления // Ученые записки РГТМУ. 2011. № 22. С. 221—227.
2. Лебедева А.А. Учет гидрометеорологических особенностей региона при обращении с отходами производства и потребления (на примере Северо-Западного федерального округа) / Проблемы регионального использования природных ресурсов и охраны окружающей среды (экологические и правовые аспекты). Материалы Международной научно-практической конференции, г. Махачкала, 16—18 июля 2010 г. С. 415—417.
3. Макулатура бумажная и картонная. Технические условия (с Изменением № 1). ГОСТ 10700-97. [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс — надежная правовая поддержка. 2019. URL: <http://www.consultant.ru/>. (дата обращения 16.06.2019)
4. Мирный А.Н. Санитарная очистка и уборка населенных мест. Справочник. М.: Стройиздат, 1990. 413 с.
5. Никанорова А.А., Лебедев Д.А., Никаноров П.А., Пименов А.Н., Венцулис Л.С. Перспективы извлечения вторичных материальных ресурсов из ТКО в Ленинградской области // Региональная экология. 2019. Вып. 56.
6. Новиков Д.В., Дударев А.Я. Санитарная охрана окружающей среды современного города. Л.: Медицина, 1978. 216 с.
7. О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2017 году // Государственный доклад [Электронный ресурс] // Официальный сайт Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации. 2018. URL: <http://www.mnr.gov.ru/>. (дата обращения 16.06.2019)
8. ПНД Ф 16.3.55-08 (ФР.1.28.2015.19223). Количественный химический анализ почв и отходов. Методика определения морфологического состава твердых отходов производства и потребления

- гравиметрическим методом [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс — надежная правовая поддержка. 2019. URL: <http://www.consultant.ru/>. (дата обращения 16.06.2019)
9. Систер В.Г., Мирный А.Н., Скворцов Л.С. Твердые бытовые отходы. Справочник. М.: Изд-во АКХ им. К.Д. Памфилова, 2001. 320 с.
  10. СНиП 23-01-99\*. Строительная климатология. Свод правил СП 131.13330.2018: утв. приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 28 ноября 2018 г. №763/пр. [Электронный ресурс] // Официальный сайт Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства. 2018. URL: <http://www.minstroyrf.ru/>. (дата обращения 16.06.2019)

### References

1. Dikinis A.V., Illarionov A.V., Lebedeva A.A., Shilov D.V., Rodionova E.D. Accounting hydrometeorological conditions in the work cycle waste management of production and consumption *Uchet gidrometeorologicheskikh usloviy v tekhnologicheskikh tsiklakh obrashcheniya s otkhodami proizvodstva i potrebleniya*. Scientific notes of RSHU. 2011, 22: 221-227. [In Russian].
2. Lebedeva A.A. Accounting hydrometeorological characteristics of the region in waste management in North-Western region of Russia. *Uchet gidrometeorologicheskikh osobennostey regiona pri obrashchenii s otkhodami proizvodstva i potrebleniya (na primere Severo-Zapadnogo federal'nogo okruga)*. Problems of the regional use of natural resources and environmental protection (ecological and legal aspects): materials of the International scientific-practical conference, Makhachkala, July 16–18. 2010: 415–417. [In Russian].
3. Waste paper and board. Specifications. *Makulatura bumazhnaya i kartonnaya. Tekhnicheskiye usloviya (s Izmeneniyem N 1) GOST 10700-97*. Available at: <http://www.consultant.ru/> (accessed 16.06.2019). [In Russian].
4. Mirnyy A.N., Abramov N.F., Benyamovskiy D.N. *Sanitarnaya ochistka i uborka naseleennykh mest: Spravochnik* Sanitary cleaning and cleaning of populated areas: Reference book. Moscow: Stroiizdat, 1990: 413 p. [In Russian].
5. Nikanorova A.A., Lebedev D.A., Nikanorov P.A., Pimenov A.N., Ventsyulis L.S. Prospects for extracting secondary material resources of MSW in Leningrad region. *Perspektivy izvlecheniya vtorichnykh material'nykh resursov iz TKO v Leningradskoy oblasti*. Regional ecology. 2019: 56. [In Russian].
6. Novikov D.V., Dudarev A.Y. Sanitary protection of the environment of a modern city. *Sanitarnaya okhrana okruzhayushchey sredy sovremennogo goroda*. Leningrad: Medicine. 1978: 216 p.
7. On the state and environmental protection of the Russian Federation in 2017. *O sostoyanii i ob okhrane okruzhayushchey sredy Rossiyskoy Federatsii v 2017 godu*. The official website of the Ministry of Natural Resources and Ecology of the Russian Federation. Available at: : <http://www.mnr.gov.ru/> (accessed 16.06.2019). [in Russian].
8. PND F 16.3.55-08 (FR.1.28.2015.19223) Quantitative chemical analysis of soil and waste. method for determining the morphological composition of solid waste production and consumption by the gravimetric method., Moscow, 2014. *PND F 16.3.55-08 (FR.1.28.2015.19223) Kolichestvennyy khimicheskyy analiz pochvy i otkhodov. metodika opredeleniya morfologicheskogo sostava tvordyykh otkhodov proizvodstva i potrebleniya gravimetricheskim metodom.*, Moskva, 2014 g. Available at: <http://www.consultant.ru/> (accessed 16.06.2019). [In Russian].
9. Sister V.G., Mirnyy A.N., Skvortsov L.S. Solid Waste: Handbook. *Tvordyye bytovyye otkhody: Spravochnik*. Moscow: Izd. AKH K.D. Pamfilova. 2001: 320. [In Russian].
10. SNiP 23-01-99 \* Construction climatology. Code of rules SP 131.13330.2018: approved. by order of the Ministry of Construction and Housing and Communal Services of the Russian Federation of November 28, 2018. №763/пр. *NiP 23-01-99\* Stroitel'naya klimatologiya. Svod pravil SP 131.13330.2018: utv. prikazom Ministerstva stroitel'stva i zhilishchno-kommunal'nogo khozyaystva Rossiyskoy Federatsii ot 28 noyabrya 2018 g. №763/pr* . Available at: <http://www.consultant.ru/> (accessed 16.06.2019). [In Russian].

Статья поступила 17.09.2019

Принята после повторного рецензирования 26.11.2019

### ***Сведения об авторах***

*Никанорова Анастасия Андреевна* — канд. геогр. наук, научный сотрудник лаборатории систем обращения с отходами, Санкт-Петербургский научно-исследовательский центр экологической безопасности РАН, a.a.nikanorova@gmail.com

*Фураева Дарина Игоревна* — инженер-эколог Научно-проектной организации «МЕГАПОЛИС», eco@themegapolis.ru

*Лебедев Дмитрий Андреевич* — генеральный директор Научно-проектной организации «МЕГАПОЛИС», eco@themegapolis.ru

### ***Information about authors***

*Nikanorova Anastasiya A.* — PhD (Geogr.), Waste management systems Laboratory, Saint-Petersburg Scientific-Research Centre for Ecological Safety RAS

*Furaeva Darina I.* — Science and engineering company “MEGAPOLIS” Ltd., environmental engineer

*Lebedev Dmitriy A.* — Science and engineering company “MEGAPOLIS” Ltd., General director