

СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ



УДК 696.139

DOI: 10.17673/Vestnik.2022.04.01

А. Ю. ЖИГУЛИНА
А. М. ПОНОМАРЕНКО

ИННОВАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ В ПРОЕКТИРОВАНИИ СИСТЕМ МУСОРОУДАЛЕНИЯ ДЛЯ МНОГОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ

INNOVATIVE SOLUTIONS IN THE DESIGN OF WASTE DISPOSAL SYSTEMS
FOR MULTI-STORY BUILDINGS

Статья посвящена проблеме создания рациональных и эффективных систем мусороудаления и утилизации отходов в современных городах и рассматривается как часть глобальной проблемы рационального потребления материальных ресурсов планеты. Актуальность разработки современных методов сбора и утилизации отходов обусловлена катастрофическими темпами их увеличения в мировом масштабе и очевидной нерациональностью их захоронения и сжигания. Рассмотрены преимущества и недостатки традиционных и современных усовершенствованных систем мусороудаления зданий. Сделаны выводы о необходимости формирования системного подхода к вопросам утилизации твердых бытовых отходов, а также необходимости создания и широкого внедрения в практику городского строительства современных систем мусороудаления зданий. Внедрение подобных систем может быть трактовано как один из шагов на пути к рациональному природопользованию.

Ключевые слова: утилизация отходов в городах, вакуумные системы мусороудаления зданий

Одной из острых проблем современного общества является проблема обращения с отходами производства и потребления. Численность населения Земли возрастает. В 1700 г. на планете проживало 600 млн человек, в 1850 г. их количество увеличилось до 1,2 млрд, в 1950 г. составило 2,5 млрд, в 2000 г. – около 6 млрд человек. То есть для первого удвоения населения Земли с начала XVIII в. потребовалось 150 лет, для второго – 100 лет, а для третьего – меньше 40 лет. Растут и потребности людей, причем

The article is devoted to the problem of creating rational and efficient systems of waste disposal and waste disposal in modern cities and is considered as part of the global problem of rational consumption of the planet's material resources. The relevance of the development of modern methods for the collection and disposal of waste is due to the catastrophic pace of their increase on a global scale and the obvious irrationality of their burial and incineration. The advantages and disadvantages of traditional and modern improved waste disposal systems for buildings are considered. Conclusions are drawn about the need to form a systematic approach to the disposal of municipal solid waste, as well as the need to create and widely introduce modern waste disposal systems into the practice of urban construction. The introduction of such systems can be interpreted as one of the steps towards rational environmental management.

Keywords: waste disposal in cities, vacuum systems for waste disposal of buildings

даже не пропорционально росту численности, а более высокими темпами. Удовлетворить эти потребности может только быстро развивающееся производство.

С развитием производства закономерно увеличивается и количество побочных продуктов производственной деятельности – отходов. Негативное воздействие производства на окружающую среду связано в первую очередь с несовершенством технологических процессов. В настоящее время актуальной является про-

блема создания малоотходного производства, а про безотходное производство говорить еще рано, так как на современном уровне развития технологий это является утопией.

Основная масса природного сырья, которое отторгается из природной среды, после переработки на современном производстве превращается в промышленные отходы. Пассивное накопление отходов невыгодно и с точки зрения экономики, и с точки зрения экологии. Сооружение и содержание полигонов приводит к большим экономическим затратам. Отвалы промышленных отходов негативно воздействуют на окружающую среду, занимая большие площади земельных угодий, загрязняя воздух, почву и гидросферу.

Не менее важной проблемой является рост числа отходов потребления – бытовых отходов. Уменьшение или исключение негативного воздействия бытовых отходов на человека и природную среду является одной из главных экологических проблем современного общества.

Особенно остро вопрос утилизации отходов стоит в городах, и чем больше город, тем острее он проявляется. Проблема возрастающего количества отходов связана с глобальной урбанизацией. Если в начале прошлого века в городах проживало лишь 10 % населения Земли, то сегодня по статистическим данным 2020 г. доля горожан составляет более 56,2 % [1]. С увеличением городского населения закономерно растет и количество городских отходов, 75 % которых приходится на жилые дома (рис. 1).

Статистические данные по количеству образующихся отходов в некоторых регионах нашей страны представлены в таблице [2].

Уменьшение количества отходов и снижение их негативного влияния на людей и окружающую среду является актуальной задачей современного городского хозяйства [3, 4].

Существует три пути обращения с отходами: захоронение, сжигание и переработка. Мировой опыт показывает, что простой вывоз бытовых отходов на свалку и их захоронение – это тупиковое решение [5]. Хранение отходов приводит к загрязнению литосферы, гидросферы и атмосферы Земли. Под свалки отторгаются соли металлов, химикатами, бактериями и продуктами разложения органических веществ. Осадки, просачивающиеся сквозь тело свалки, насыщают продуктами распада не только почву, но и грунтовые воды, которые, растекаясь, многократно увеличивают площадь загрязнения.

Использование загрязненных вод приводит к заболеваниям человека и животных. В результате разложения органических отходов образуется так называемый свалочный газ, состоящий в основном из метана и диоксида углерода [6, 7]. Этот газ токсичен и горюч и относится к числу веществ, вызывающих «парниковый эффект». Испарения и продукты горения со свалок попадают в атмосферный воздух и загрязняют его. Насыщая атмосферную влагу, эти вещества образуют облака и могут выпадать на землю

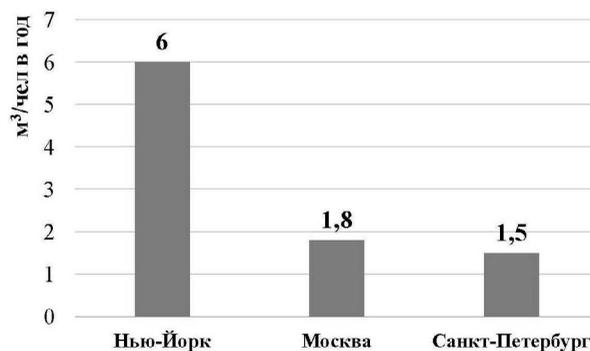


Рис. 1. Бытовые отходы в крупных городах мира

Количество отходов в регионах Российской Федерации

Регион Российской Федерации	Объем мусора, млн м³ в год	Средняя норма твердых коммунальных отходов, м³/чел. в год	Население, млн. чел.
Московская обл.	27,5	3,6	7,6
Москва	24,1	1,9	12,6
Краснодарский край	17,4	3,1	5,7
Республика Башкортостан	12,8	3,2	4,1
Свердловская область	11,1	2,1	5,4
Ростовская область	10,5	2,5	4,2
Республика Татарстан	9,6	2,5	3,9
Нижегородская область	8,9	2,8	3,2
Самарская область	7,6	2,4	3,2
Российская Федерация	337,2	2,2	146,8

в виде токсичных осадков, производя круговорот загрязнения. Под воздействием ветра они могут распространяться на большие расстояния, что также приводит к увеличению ареала загрязнения.

Мусоросжигание уменьшает объемы отходов, попадающих на свалки. В некоторых странах сжигание мусора рассматривается как источник получения энергии. Но сжигание отходов вызывает выделение в атмосферу большого количества углекислого газа и таких токсичных веществ, как цианистый водород, оксиды азота, которые загрязняют воздух, а впоследствии воду и землю. Такой метод также нельзя назвать экологичным. Поэтому единственным приемлемым методом утилизации отходов, не наносящим вреда окружающей среде или минимизирующим этот вред, является их переработка. Данный процесс требует системного подхода. В современном мире появилось понятие «система управления отходами». Это новый уровень, включающий в себя и раздельный сбор отходов, увеличивающий возможности их переработки, и использование технологий более экологичной их утилизации, и мероприятия, пропагандирующие осознанное потребление, приводящее к изначальному снижению количества производимых обществом отходов.

Внедрение подобной системы невозможно без законодательной поддержки. В РФ существует ряд федеральных законов, ориентированных на экологическую безопасность и обращение с отходами [8–14].

Анализ состава твердых бытовых отходов (ТБО), представленный на рис. 2, показывает, что целый ряд компонентов ТБО является ценным вторичным сырьем и может быть повторно использован.

К числу технических мероприятий системы управления отходами на этапе сбора ТБО можно отнести создание современных систем мусороудаления зданий.

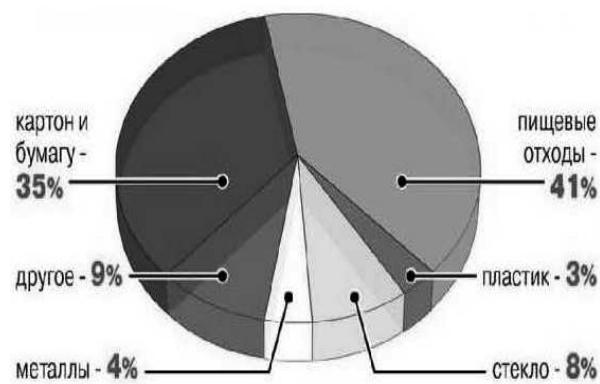


Рис. 2. Анализ состава твердых бытовых отходов

Рассмотрим основные недостатки традиционных конструкций мусоропроводов.

1. Невозможность производить *раздельный сбор мусора*. А это мероприятие является первым шагом на пути ответственного отношения к отходам.

2. *Антисанитария*. На этаже появляется зона отчуждения, где не исключены проблемы с постоянной грязью и неприятными запахами. Какими бы аккуратными ни были вы и ваши соседи, всё равно что-то будет проливаться, что-то будет не помещаться в маленький приемник и вываливаться. Антисанитария приходит и в квартиру. В случае с мусоропроводом нельзя использовать большие пакеты для мусора, так как в приемник они не помещаются. Приходится собирать мусор в ведро и потом его мыть, или же использовать небольшие пакеты. В домах, где есть мусоропроводы, чаще заводятся крысы и тараканы, а с ними очень трудно бороться. Недаром в «сталинках», где мусоропроводы находились прямо в квартирах, их почти везде закрыли.

3. *Пожароопасность*. Контейнер с мусором, установленный в специальном техническом помещении на первом этаже дома, является источником повышенной пожароопасности. Установленные на улице мусорные баки иногда тоже горят, но, одно дело, когда горит бак на улице, другое – когда горит ваш дом.

4. *Дороговизна*. Мусоропровод требует дополнительных затрат на обслуживание и перемещение мусора из технического помещения на площадку сбора мусора, которая обслуживается мусоровозами. Также нужны дополнительные расходы на уборку лестничных клеток и помещений камеры мусороудаления на первом этаже. В соответствии с санитарными нормами в доме, где есть мусоропровод, уборка должна быть ежедневной.

Однако мусоропроводы продолжают внедряться в системы коммуникаций жилых домов, но в более усовершенствованном виде. Традиционные конструкции мусоропроводов, которые устанавливали в 9-этажных зданиях массовых серий, не могут применяться уже хотя бы потому, что здания стремительно растут в высоту.

В высотных зданиях мусоропроводы запрещены нормативно. Причина проста: обычный мешок с мусором, если в нем присутствуют твердые предметы, при падении с большой высоты может пробить или механически повредить трубу мусоропровода. Поэтому сбор мусора в квартирах высотных зданий происходит поэтажно. Ствол мусоропровода делится по вертикали на несколько секций. На технических этажах между секциями устанавливаются

перегрузочные камеры. Перегрузка мусора из одного ствола мусоропровода в другой может осуществляться либо вручную, либо автоматически. Подобным образом устроена система мусороудаления, например, в самом высоком здании мира – Бурдж Халифа.

Современные мусоропроводы конструируются таким образом, чтобы исключить проблемы с неприятными запахами и насекомыми. Мусоропроводы оснащаются системами автоматической мойки и дезинфекции, автоматическими системами раздельного сбора мусора. Нажимая соответствующую кнопку, жилец отправляет отсортированный им мусор в соответствующий контейнер.

Вакуумные системы. Современным высокотехнологичным решением для сбора твердых бытовых отходов зданий или жилых комплексов являются системы вакуумного мусороудаления (рис. 3) [15]. Принцип работы такого устройства следующий. Это плотная пластиковая труба, имеющая несколько ответвлений, из которой отходы попадают в сеть подземных герметичных труб из углеродистой стали диаметром 0,5 м. По ним, посредством создаваемого насосом вакуума, отходы транспортируются в специальный коллектор со скоростью 70 км/ч. Коллектор представляет собой большой резервуар, в котором му-

сор обеззараживается и прессуется, за счёт чего он уменьшается в объёме почти в 20 раз. При необходимости происходит сепарация по нескольким видам отходов. Затем мусор вывозится грузовыми машинами на мусороперерабатывающий завод. Недостатком этой системы является ее стоимость – около 500 млн руб. на 10 тыс. квартир. Срок окупаемости системы – 30 лет. Преимуществом является отсутствие необходимости ежедневного обслуживания сотни мусорных баков.

Загрузочные люки гравитационных мусоропроводов, как правило, располагаются на вертикальном гравитационном мусоропроводе диаметром от 400 до 600 мм из нержавеющей стали.

Для высотных зданий предлагаются решения, позволяющие создавать буферные зоны временного накопления мусора для обеспечения доступности системы одновременно на нескольких этажах. Система МТ-буферизации между этажами создает промежуточные хранилища отходов (рис. 4). Система дает возможность одновременного открывания люков на нескольких этажах [16].

Системы вакуумной транспортировки постоянно совершенствуются. Благодаря новой конструкции отходы прессуются сразу после того, как попали в мусороприемник, а не по прибытии на станцию сортировки. Это позво-

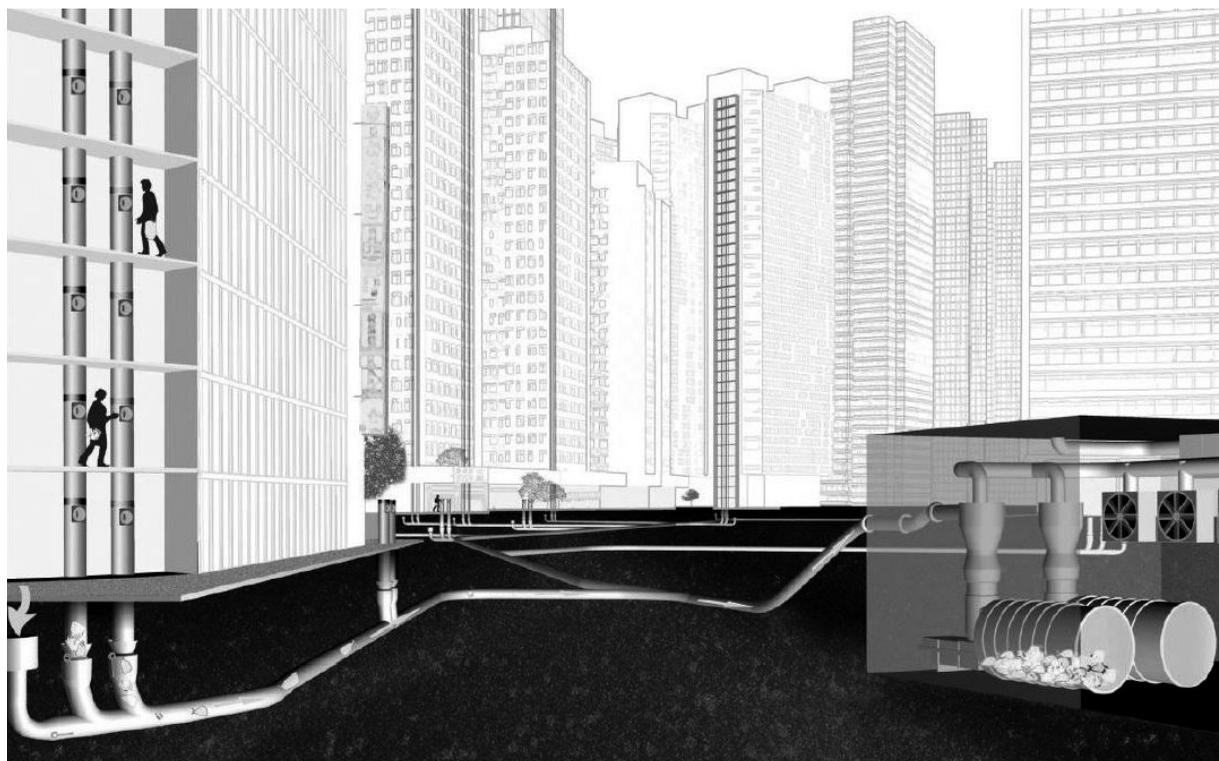


Рис. 3. Схема устройства пневматической вакуумной системы мусороудаления в жилых зданиях. Сингапур

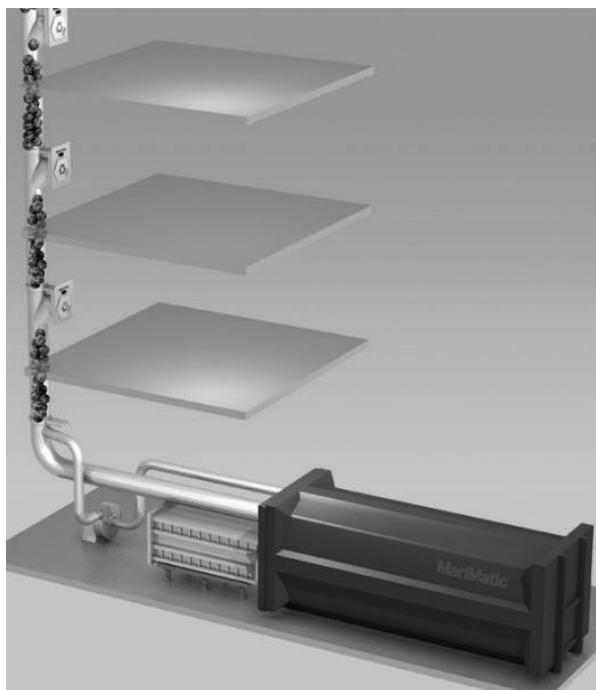


Рис. 4. Схема системы МТ-буферизации отходов гравитационных мусоропроводов в высотных зданиях

ляет увеличить вместимость хранилища мусора, уменьшить размер трубы и снизить потребление энергии.

Мусоросборная станция. Вакуумная станция сбора ТБО – это отдельно стоящее здание площадью от 150 м², в котором располагаются мусорные контейнеры, вакуумные насосы, фильтровальное оборудование, автоматизированная система управления. Отходы доставляются в центральную станцию сбора потоком воздуха и прессуются в контейнеры вместимостью 15–25 м³. Очищенный через специальные фильтры воздух выбрасывается наружу здания. Контейнер по мере заполнения вывозится стандартным грузовым транспортом, оснащенный мульти-лифтом. Система работает в автоматическом режиме и требует участия персонала только для технического обслуживания и в момент вывоза контейнера.

Современное программное обеспечение позволяет визуализировать работу системы, осуществлять оперативную дистанционную диагностику из технического центра. В зависимости от размера системы, для контроля над работой системы и для обслуживания требуется один-два человека.

Преимущества технологии:

- Улучшенное санитарное состояние, отсутствие неприятных запахов, вредителей и вредных выбросов.

- Экономия полезной площади: вместо нескольких мусоросборных помещений и площадок – одна центральная станция сбора отходов.

- Экономия эксплуатационных расходов на вывоз и сбор отходов.

- Оптимизация логистики за счет минимизации перемещения персонала и мусоровозов по территории.

- Безопасность жителей/сотрудников – общественные места становятся свободными от движения мусоровозов и более безопасными.

- Удобные возможности для сепарации/сортировки отходов.

В Дубае вакуумный мусоропровод обслуживает 40 зданий с населением 15 тыс. человек и около 100 ресторанов (35 т мусора в день) [17]. Срок окупаемости системы – 7 лет.

Подземные мусоросборники. Такие системы могут использоваться и в подземных мусорных контейнерах. Подземные мусоросборники бывают различной конфигурации, как с вакуумной, так и с накопительной системой. Контейнеры автоматически поднимаются. Энергоснабжение системы может осуществляться за счет энергии солнечных батарей. Плюсы подземных хранилищ очевидны: они занимают мало места, не портят вид улицы, не привлекают бомжей и животных, исключены неприятные запахи. Стоимость такой системы – от 400 тыс. руб. за бак. Доступ к баку может быть по карточкам. К баку можно подключить систему биллинга, позволяющую платить только за свой объем или вес мусора.

Вывод. Рассмотренные варианты функционирования и технического обслуживания систем мусороудаления представляют прекрасные примеры применения «зелёных» технологий в строительстве и иллюстрируют возможности эффективного использования энергетических ресурсов. Внедрение подобных систем в практику строительства наряду с выбором оптимального места строительства, продуманным дизайном, объемно-планировочным и конструктивным решением и другими инновационными решениями в сфере инженерного оборудования позволят строить «дружественные» человеку здания, создавать комфортную среду обитания и снижать эксплуатационные затраты. Технологические решения в таких сооружениях должны быть ориентированы на снижение вредного влияния зданий на здоровье человека и окружающую среду в течение всего цикла их существования.

В современном мире появилось понятие «устойчивое развитие». В Градостроительном кодексе РФ оно подразумевает развитие городских поселений как развитие территорий, обеспечивающих при осуществлении гра-

достроительной деятельности безопасности и благоприятных условий жизнедеятельности человека, ограничение негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду и обеспечение охраны и рационального использования природных ресурсов в интересах настоящего и будущего поколений. Одним из путей рационального природопользования является эффективное решение проблемы утилизации отходов. Это комплексная проблема, решение которой зависит от многих составляющих, и немаловажной из них является задача проектирования и сооружения современных городских систем мусороудаления.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Демоскоп Weekly – Приложение. Основные демографические показатели по всем странам мира в 2020 году [Электронный ресурс] Режим доступа : http://www.demoscope.ru/weekly/app/world2020_3.php
2. Подобедова Л. Генераторы мусора [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.energovector.com/portrait-generatory-musora.html>
3. Галицкова Ю.М. Совершенствование методов защиты городских территорий от негативного воздействия необустроенных свалок строительных отходов // Градостроительство и архитектура. 2011. №1. С. 106–111. DOI: 10.17673/Vestnik.2011.01.21.
4. Пенчук В.А., Даценко В.М. О перспективах применения блочных и мобильных установок сортировки ТБО с учетом их объемов и дальности расщепления // Градостроительство и архитектура. 2014. №2. С. 106–110. DOI: 10.17673/Vestnik.2014.02.17.
5. Чертес К.Л., Савельев А.А., Мартыненко Е.Г., Тупицына О.В., Михасек А.А. Оценка состояния и освоение территорий Самарской области, занятых размещением твердых бытовых отходов // Градостроительство и архитектура. 2016. №1(22). С. 49–57. DOI: 10.17673/Vestnik.2016.01.8.
6. Сазонов Э.В. Экология городской среды. С.-Пб.: ГИОРД, 2010. 312 с.
7. Жигулина А.Ю. Экологические проблемы утилизации полимерных отходов // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Строительные технологии: сб. статей. Самара, 2020. С. 136–141.
8. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 №190-ФЗ (ред. от 30.12.2021) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2022) [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://legalacts.ru/kodeks/Gradostroitelnii-Kodeks-RF/>.
9. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.1.71322-03. Гигиенические требования к размещению и обезвреживанию отходов производства и потребления. 2003 [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/901862232>.
10. Федеральный закон «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» (с изменениями на 13 июля 2020 года) [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/901729631>
11. Федеральный закон «Об отходах производства и потребления» от 24.06.1998 № 89-ФЗ (в ред. Федерального закона от 30.12.2008 № 309-ФЗ) [Электронный ресурс] Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19109/.
12. Федеральный закон «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 № 7-ФЗ [Электронный ресурс] Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823/.
13. Федеральный закон «Об экологической экспертизе» от 23.11.1995 № 174-ФЗ [Электронный ресурс] Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_8515/.
14. Вавилова Т.Я. Обзор современных зарубежных концепций экологизации среды жизнедеятельности // Градостроительство и архитектура. 2019. Т.9, № 3. С. 113–125. DOI: 10.17673/Vestnik.2019.03.15.
15. Андриевская А. Как сортируют и перерабатывают мусор в Сингапуре. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://recyclemag.ru/article/sortiruyut-pererabativayut-musor-singapore>.
16. Вакуумная система мусороудаления в жилых комплексах [Электронный ресурс] Режим доступа: http://eco.atomgoroda.ru/projects/tehnologii/vakuumnaja-sistema-musoroudaleniya_v_zhilyh_kompleksah_.
17. Вакуумный мусоропровод [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://engineering-ru.livejournal.com/546472.html>.

REFERENCES

1. Demoskop Weekly – Prilozhenie. Osnovnye demograficheskie pokazateli po vsem stranam mira v 2020 godu [Demoscope Weekly-App. Key demographic indicators for all countries of the world in 2020]. Available at: http://www.demoscope.ru/weekly/app/world2020_3.php (accessed 5 February 2021).
2. Podobedova L. *Generatoriy musora* [Garbage generators]. Available at: <https://www.energovector.com/portrait-generatory-musora.html> (accessed 8 February 2022).
3. Galitskova Yu.M. Upgrade of urban area protection techniques vs negative impact of unequipped construction waste dumps. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2011, vol. 1, no. 1, pp. 106–111. DOI: 10.17673/Vestnik.2011.01.21. (in Russian)
4. Penchuk V.A., Datsenko V.M. About prospects of block and mobile sorting plants for solid waste into account their volume and dispersal range. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2014, vol. 4, no. 2, pp. 106–110. DOI: 10.17673/Vestnik.2014.02.17. (in Russian)
5. Chertes K.L., Savelyev A.A., Martynenko E.G., Tupitsyna O.V., Mikhasek A.A. Evaluation of the state and development of territories of samara region used as landfill facilities. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2016, vol. 6, no. 1, pp. 49–57. DOI: 10.17673/Vestnik.2016.01.8. (in Russian)

6. Sazonov E.V. *Ekologiya gorodskoy sredy* [Ecology of the urban environment]. St-Petersburg, GIOR Publ., 2010. 312 p.

7. Zhigulina A. Environmental problems of polymer waste disposal. *Trudy SamGTU «Traditsii i innovatsii v stroitelstve i arhitekture»* [Proc. of the Samara State Technical University «Traditions and Innovations in Construction and Architecture, Construction technologies»], Samara, 2020, pp. 136-141 (in Russian)

8. *Gradostroitel'nyj kodeks Rossijskoj Federacii ot 29.12.2004 №190-FZ (red. ot 30.12.2021) (s izm. i dop., vstup. v silu s 01.03.2022)* [Urban Planning Code of the Russian Federation 2021]. Available at: <https://legalacts.ru/kodeks/Gradostroitelnyi-Kodeks-RF/> (accessed 10 February 2022).

9. *Sanitarno-epidemiologicheskie pravila i normativy SanPiN 2.1.71322-03. Gigienicheskie trebovaniya k razmeshcheniyu i obezvezhivaniyu othodov proizvodstva i potrebleniya* [Sanitary and epidemiological rules and regulations SanPiN 2.1.71322-03 Hygienic requirements for the disposal and disposal of industrial and consumer waste 2003]. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/901862232> (accessed 10 February 2022).

10. *Federal'nyj zakon «O sanitarno-epidemiologicheskom blagopoluchii naseleniya» (s izmeneniyami na 13 iyulya 2020 goda)* [Federal Law on Sanitary and Epidemiological Welfare of the Population of 2020]. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/901729631> (accessed 10 February 2022).

11. *Federal'nyj zakon «Ob othodah proizvodstva i potrebleniya» ot 24.06.1998 № 89-FZ* [Federal Law on Production and Consumption Waste 2008]. Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19109/ (accessed 10 February 2022).

12. *Federal'nyj zakon «Ob ohrane okruzhayushchej sredy» ot 10.01.2002 № 7-FZ* [Federal Law on Environmental Protection 2002]. Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823/ (accessed 10 February 2022).

13. *Federal'nyj zakon «Ob ekologicheskoy ekspertize» ot 23.11.1995 № 174-FZ* [Federal Law on Environmental Expertise of 1995]. Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_8515/ (accessed 10 February 2022).

14. Vavilova Y.Ya. Review of modern concepts of environmentalization of the living environment. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2019, vol. 9, no. 3, pp. 113-125. DOI: 10.17673/Vestnik.2019.03.15. (in Russian)

15. Andrievskaya A. *Kak sortiruyut i pererabatyvayut musor v Singapore* [How waste is sorted and recycled in Singapore]. Available at: <https://recyclemag.ru/article/sortiruyut-pererabativayut-musor-singapore> (accessed 18 February 2022).

16. *Vakuumnaya sistema musoroudaleniya v zhilyh kompleksah* [Vacuum waste disposal systems in residential complexes]. Available at: http://eco.atomgoroda.ru/projects/tehnologii/vakuumnaya_sistema_musoroudaleniya_v_zhilyh_kompleksah (accessed 10 February 2022).

17. *Vakuumnnyj musoroprovod* [Vacuum waste chute]. Available at: <https://engineering-ru.livejournal.com/546472.html> (accessed 20 February 2022).

Об авторах:

ЖИГУЛИНА Анна Юрьевна

кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры архитектуры жилых
и общественных зданий
Самарский государственный технический университет
Академия строительства и архитектуры
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
E-mail: auzhigulina@mail.ru

ZHIGULINA Anna Yu.

PhD in Engineering Science, Associate Professor of the
Architecture of Residential and Public Buildings Chair
Samara State Technical University
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244
E-mail: auzhigulina@mail.ru

ПОНОМАРЕНКО Алла Михайловна

кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры архитектуры жилых
и общественных зданий
Самарский государственный технический университет
Академия строительства и архитектуры
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
E-mail: arhitec64@yandex.ru

PONOMARENKO Alla M.

PhD in Engineering Science, Associate Professor of the
Architecture of Residential and Public Buildings Chair
Samara State Technical University
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244
E-mail: arhitec64@yandex.ru

Для цитирования: Жигулина А.Ю., Пономаренко А.М. Инновационные решения в проектировании систем мусороудаления для многоэтажных зданий // Градостроительство и архитектура. 2022. Т. 12, № 4. С. 4–10. DOI: 10.17673/Vestnik.2022.04.1.

For citation: Zhigulina A.Yu., Ponomarenko A.M. Innovative Solutions in the Design of Waste Disposal Systems for Multi-Storey Buildings. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2022, vol. 12, no. 4, pp. 4x-10. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2022.04.1.