

КАЗАКОВА А.Ю.* «УМНЫЙ МУСОР» В «УМНОМ ГОРОДЕ»: ПЕРСПЕКТИВНЫЕ РАЗРАБОТКИ И ДИСФУНКЦИИ

Аннотация. «Умный мусор» в «умном городе» предполагает оснащение процессов сбора и переработки отходов различными датчиками для решения задач оптимизации и эффективности ЖКХ, в частности сокращения времени и энергии, необходимых для предоставления услуг по управлению отходами. Это один из вариантов решения проблемы устойчивого развития городов в условиях перенаселенности, неблагоприятной экологии, санитарно-гигиенической обстановки в городах с точки зрения их влияния на медико-демографическое состояние населения; а в странах с кастовой системой, высокой степенью расово-этнической и экономической сегрегации – влияния еще и на уровень социальной напряженности. В условиях цифровизации возникает все больше попыток решения этих проблем с помощью инновационных разработок, позволяющих с помощью программного обеспечения и удаленных датчиков в режиме реального времени оптимизировать управление накоплением, хранением, сбором, вывозом и утилизацией мусора. Однако распространение новых технологий создает новые риски загрязнения городов из-за увеличения объема электронных и цифровых отходов.

Ключевые слова: урбанизация; устойчивое развитие городов; «зеленый город»; «умный город»; цифровизация; «умный мусор».

Для цитирования: Казакова А.Ю. «Умный мусор» в «умном городе»: перспективные разработки и дисфункции // Социальные и гуманитарные науки. Отечественная и зарубежная литература. Сер. 11: Социология. – 2025. – № 2. – С. 36–52. – DOI: 10.31249/rsoc/2025.02.03

* Казакова Анна Юрьевна – доктор социологических наук, доцент, ведущий научный сотрудник отдела социологии и социальной психологии Института научной информации по общественным наукам РАН; kazakova.a.u@yandex.ru

Статья поступила: 20.04.2025.

Принята к публикации: 02.05.2025.

KAZAKOVA A.Yu.** “Smart waste” in a “smart city”: promising developments and dysfunctions

Abstract. “Smart garbage” in a “smart city” involves equipping waste collection and recycling processes with various sensors to solve problems of optimization and efficiency of housing and communal services, saving time and energy required to provide waste management services. This is one of the ways to solve the problem of sustainable urban development in conditions of overpopulation, unfavorable ecology and sanitary conditions in cities in their impact on the medical and demographic state of the population; and in some countries with the caste system and high degree of racial, ethnic and economic segregation, also on the level of social tension. In the context of digitalization, there are more and more attempts to solve these problems with the help of innovative developments that make it possible to optimize the management of accumulation, storage, collection, removal and disposal of garbage using software and remote sensors in real time. However, the spread of new technologies creates new risks of urban pollution due to the increase in the volume of electronic and digital waste.

Keywords: urbanization; sustainable urban development; “green city”; “smart city”; digitalization; “smart waste”.

For citation: Kazakova A.Yu. “Smart waste” in a “smart city”: promising developments and dysfunctions. *Otechestvennaya i zarubezhnaya literatura. Seriya 11: Sociologiya* [Social sciences and humanities. Domestic and foreign literature. Series 11: Sociology]. – 2025. – N 2. – P. 36–52. DOI: 10.31249/rsoc/2025.02.03

Received: 20.04.2025.

Accepted: 02.05.2025.

** Kazakova Anna Yur'evna – Doctor of Sociological Sciences, Senior Researcher of the Department of Sociology and Social Psychology, Institute of Scientific Information for Social Sciences of the Russian Academy of Sciences; kazakova.a.u@yandex.ru

Введение

В последние десятилетия возникли две хронологически и логически связанные друг с другом концепции городского развития: «зеленый город» и «умный город». «Зеленые города» стремятся к достижению нулевого углеродного следа и эффективному управлению отходами, а также ориентированы на минимизацию потребления (антиконсьюмеризм), деиндустриализацию и уподобление облика материальной среды и образа жизни населения природным формам и циркадным ритмам. Концепция «умного города» обещает приемлемую экологию без отказа от привычного для людей уровня потребления за счет технических инноваций, возобновляемых источников энергии, шеринговой экономики (экономики совместного потребления).

Расширение интеллектуальных технологий в обслуживании городской инфраструктуры нацелено на комплексное преодоление экологического кризиса. Согласно выводам турецких специалистов, Интернет вещей дает огромные преимущества в таких процессах, как мониторинг качества воды и воздуха, утилизация отходов в режиме реального времени, быстрое выявление основных источников и закономерностей сильного загрязнения воздуха, ресурсосбережение (прежде всего оптимальное расходование воды), сбор и вторичная переработка отходов, уменьшение транспортных заторов и повышение мобильности в городах [Yilmaz, Nasar, 2023]. «Умный мусор», таким образом, – неотъемлемая часть концепций «умный дом» и «умный город», причем «готовность региона к переходу в категорию умных городов» [Велитченко, 2021, с. 129] характеризуется долей успешно и безвредно утилизируемых отходов.

Мусорный коллапс, технические решения и социальные эффекты

В свете концепции «умного города» во всем мире, особенно на азиатском континенте (в таких странах, как Индия, Шри-Ланка, Индонезия, Малайзия, Бангладеш и др.), выходит огромное количество работ, посвященных внедрению технологий «умного мусора» для повышения устойчивости развития городов. Сторонники этой концепции неизменно начинают с указания на высочайшую остроту проблемы экологии, санитарии и гигиены как части стремительной урбанизации и перенаселенности.

Чем выше уровень жизни населения, тем больше возникает отходов как в жилой, так и в нежилой зоне. Изменившаяся структура питания населения спровоцировала рост объемов неразлагающегося упаковочного мусора. В зеленой цифровой экономике объемы мусора должны поступательно сокращаться, а его утилизация – облегчаться за счет отказа промышленных предприятий от пластиковой упаковки, место которой должны занять «перерабатываемые, компостируемые и биоразлагаемые материалы» [Пуртов, 2022, с. 6]. Наиболее габаритный и опасный мусор возникает в зонах промышленной деятельности и ведущегося строительства, и одно из направлений разработок в области «умного мусора» – это создание и применение технологий «умного сноса» и повторное использование остающихся после сноса материалов и конструкций в малоэтажном строительстве [Почему и как ... , 2023]. Но несмотря на то, что опросы фиксируют предпочтение людьми проживания в малоэтажных домах [Малоэтажки или высотки ... , 2023 ; Курбатов, 2022], реальное строительство ориентировано не на интересы потребителей, а на интересы застройщиков, стремящихся к получению максимальной прибыли. То же касается бытовой техники. В статье соавторов из университета Новой Англии (Австралия) и Валайлакского университета (Таиланд) отмечено, что по мере того, как техника (сельскохозяйственная, строительная, автомобильная и бытовая) «умнеет» и усложняется, потребитель испытывает все больше проблем с ремонтом, комплектующими, запчастями. Производитель заинтересован не в длительной службе проданного прибора, а в новых покупках, и ограничивает потребителя даже в доступе к инструкциям по эксплуатации и ремонту [Smith, Smith, 2024]. Ремонт становится настолько длительным, дорогим и сложным, что иной раз проще купить новую вещь, чем отремонтировать старую. Это тоже увеличивает объем отходов, которые не отправляются в переработку, а просто накапливаются. Нерегулярная очистка мусорных баков резко ухудшает эстетический облик современных городов [Smart and integrated ... , 2022] и их экологическое состояние [Smart city ..., 2022]. Антисанитария ведет к возникновению заболеваний и снижению качества жизни населения [Saji, 2016]. Отчеты Всемирной организации здравоохранения протоколируют преждевременную смерть от предотвратимых болезней в результате неправильной утилизации и управления отходами [Abuga, Nallanthighal, 2021]. С ростом отходов возрастает опасность пожаров, которые регулярно возникают на свалках и полигонах, «трудно поддаются тушению и практиче-

ски не прогнозируются» [Хайдаров, Панферов, Королева, 2022, с. 32]. В случае дождя и сильного ветра отходы разбрасываются на большом расстоянии от баков, попадают в почву, а открытые контейнеры привлекают грызунов, птиц, бродячих собак.

Помимо типичных для всего мира причин мусорного коллапса («экспоненциальный рост населения, высокая плотность городских районов, разнообразная культура, изменение пищевых привычек и образа жизни» [Kumar, Agrawal, 2020, p. 1]), азиатские авторы зачастую выделяют причины специфически региональные, глубоко уходящие корнями в культуру, религию, традиции. Неслучайно настоящий бум разработок в области «умного мусора» демонстрирует Индия с характерными для нее социальными табу, определяющими отношение населения к мусору и процессу его уборки, а также очень низким статусом тех, кто профессионально связан с этим процессом. В итоге в Индии и Индонезии фиксируется острейшая кадровая проблема – нехватка водителей грузовиков и уборщиков [Smart city ... , 2022] и высокая трудовая нагрузка, которая на них ложится [Internet of ... , 2023]. Система уборки мусора до сих пор жестко детерминирована кастовыми традициями, в соответствии с которыми в Индии веками «мусор выбрасывали на улицы. А там жаркое солнце высушивало его в пыль. Но с появлением современного пластика, упаковки, картона эта “система мусороочистки” уже не работает, а традиция осталась. Во многих индийских городах все еще не считают зазорным бросать мусор прямо себе под ноги, да и справлять малую нужду, несколько не стесняясь прохожих. <...> Проблема не только в недостатке той или иной семьи или в уровне образования. Многие обитатели даже состоятельных кварталов не хотят, чтобы напротив их парадных дверей стояли мусорные баки или лежали пакеты с отходами в ожидании, когда их заберут мусорщики. Состоятельные горожане скорее предпочтут отправить прислугу выбросить мусор на задних улицах. <...> Большинство индийских городов не имеют современной централизованной системы сбора и вывоза мусора из каждого двора. В Дели, например, мусор тщательно убирают лишь примерно на 25% территории. Тащиться с пакетами отходов до официальной свалки далеко. Неудивительно, что любой пустырь или заброшенный двор тут же превращается в свалку для жителей соседних кварталов» [Пахомов]. В рамках программы «Swachh

Bharat Abhiyan»¹ центральному правительству пришлось создать специальные пункты не только по обучению граждан способам сокращения отходов, но и по информированию их о недопустимости открытой, уличной, дефекации [Patil, Koluragi, Ashokkumar P S, 2022 ; Smart city automatic ... , 2017].

Таким образом, традиционные методы управления отходами, сложившиеся в городских экосистемах, уже не соответствуют темпам роста населения, производства, потребления и климатических изменений [Enhancing ... , 2024]. По оценке индийских IT-разработчиков, на сегодня не существует таких традиционных систем обращения с отходами, которые одновременно справлялись бы с тремя взаимосвязанными задачами: «а) своевременная проверка состояния баков для предотвращения переполнения; б) проверка точного расположения урн; и в) поиск оптимального маршрута к заполненным бакам» [A smart waste ... , 2023, p. 342]. В концепцию же «умного мусора» входят устройства и технологии, позволяющие снизить объемы самого мусора (за счет бережливого, экономного потребления), выполнять сигнальную и контрольную функцию для муниципальных служб и рядовых пользователей – например, «холодильники с функцией напоминания о кончающемся сроке годности продуктов и необходимости их употребить <...> Умные мусорные корзины для пенсионеров (если пожилой человек в течение двух недель не выбрасывал мусор, а это считывается специальными датчиками внутри корзины, то корзина отправляет сообщение близким людям либо врачу для принятия мер... <...> существуют умные корзины, составляющие будущий список продуктов на основе штрих-кодов выброшенных оберток или системы распознавания речи (умная корзина GeniCan). Существует множество уже готовых проектов: Bruno – умная корзина с функциями пылесоса, Kyosho – мусорное ведро с дистанционным управлением, Smart Trashbox – мусорная корзина с технологией Kinect и т.д.)» [Умный мусор]. В большинстве авторских разработок предлагаются комплексные системы управления твердыми отходами «умного города», состоящие из трех ключевых подсистем: «умные» мусорные баки, «умные» мусоровозы с оптимизацией городских маршрутов и информация о пользователях в режиме реального времени с поддержкой принятия решений

¹ Миссия «Чистая Индия» – кампания, инициированная правительством Индии в 2014 г. с целью искоренить открытую дефекацию и улучшить управление твердыми отходами в стране.

[Abuga, Nallanthighal, 2021]. Очевидно, потребуется какая-то защитная надстройка по отношению к самим этим системам, в том числе антивандальная. К этому необходимо добавить еще и потребность в прогнозировании правильных мест размещения того или иного количества накопителей мусора (урн, баков, контейнеров), поскольку образование мусора в различных зонах и кварталах города происходит неравномерно.

Помимо улучшения экологической ситуации, экономии городских активов и потенциального роста рынка как самих «умных» технологий, так и услуг в области ЖКХ, сбора и переработки мусора, внедрение «умных» систем управления отходами в городах, согласно замечаниям некоторых авторов, влияет и на социальную систему. Например, деловой электронный журнал «Инвест Форсайт» сообщил, что установка умного контейнера в ЖК «Серебряный Бор» повысила лояльность его жителей и стимулировала их к раздельному сбору мусора [Львов, 2021]. Зарубежные авторы подчеркивают, что внедрение «умных» технологий содействует сплочению городских сообществ, которые вовлекаются в инициативы по созданию «умных» пространств, обсуждение экологических стратегий, что ведет к более рациональному и осмотрительному берегающему поведению [Yilmaz, Nasar, 2023]. Разработчики из Узбекистана также ожидают, что предусмотренные системы оповещения горожан о графике вывоза мусора и программах утилизации должны формировать у людей «ответственность и экологическое сознание» [Писецкий, Юлдашев, Матякубов, 2023, р. 103].

О подобном эффекте свидетельствуют и факты высокой вовлеченности москвичей в голосование на площадке «Активный гражданин». Внимание к экологической повестке действительно растет, причем именно у молодого поколения: «Участники выбрали тематику учебно-познавательных программ для школьников, которые планируется проводить в Москве в детских технопарках. В голосовании участвовало почти 200 тыс. человек, и больше половины респондентов – юных жителей столицы пожелали, чтобы программы профорientации были посвящены экологии и зеленой экономике» [Пуртов, 2022, с. 8]. И.А. Кубрак, специально оценивший информированность москвичей о программах раздельного сбора мусора, тоже возлагает надежды в основном на молодое поколение, поскольку формирование культуры сбора мусора у взрослых малоэффективно: «любой социологический опрос населения об их готовности к участию в выборочном сборе отходов, скорее всего, даст результаты, близкие к верхнему пределу “по-

тенциала” (75%). Это означает, что люди, которые ответили положительно, понимают, что раздельный сбор отходов – это “хорошо”, а несоблюдение – “плохо”, но только часть из них готова немедленно применить свои знания на практике, а для привлечения остальных требуются дополнительные усилия. Доля несознательных граждан, не задумывающихся о том, куда девать мусор, или не читающих надписи на контейнерах, составляет около 25%. Не следует рассчитывать на их участие в раздельном сборе в ближайшем будущем <...> Увеличение числа людей, сортирующих свои бытовые отходы, является в основном задачей образования. Пропаганда должна проводиться с детства среди разных групп населения <...> Дети – лучший канал для воздействия на более консервативных взрослых» [Кубрак, 2021, с. 99–100]. И понятно, что экологическая культура не сводится к раздельному сбору мусора, а формируется органически, из ощущения человеком неразрывной связи с природной средой, которая чужда растущему в мегаполисе школьнику, или хотя бы из систематического рационально организованного комплекса учебных и воспитательных мероприятий (интерактивные, исследовательские, полевые проекты по биологии и географии, занятия физической культурой в зеленых зонах и на водоемах, а не в спортивных залах и бассейнах и т.д.).

Интересные мысли о возможности-невозможности формирования такого менталитета возникают исходя из описания Копенгагена как одной из цифровых столиц мира: «В жизненной философии центральное место занимает баланс жизни и работы. На работе не принято оставаться на сверхурочные. Все стремятся поскорее вернуться к семье. Государство поощряет это стремление – гарантирует годовой оплачиваемый отпуск по уходу за ребенком после его рождения, выделяет государственные субсидии на покрытие расходов за детьми дошкольного возраста, образование и здравоохранение. Это покрывается за счет высоких налогов (самых больших в мире), причем граждане не скрывают своих доходов, потому что считают налоги оправданными» [Чаканов, 2022, с. 281]. Возможно ли в принципе добиться «ответственного экологического поведения» в условиях тотального отчуждения труда, превосходящих все разумные пределы переработок, когда все потребности помимо зарабатывания денег – общение с природой, с семьей, хобби и творчество, оздоровление – человеку необходимо как-то уместить в месяц отпуска?

Согласно данным опроса жителей десяти мегаполисов о возможностях внедрения «умных» технологий в городские системы здравоохранения, образования, безопасности и градостроительства, приведенным в статье о рисках «умных городов», где в пятерке лидеров цифровизации оказалась Москва, в столице сложилось выраженное противоречие между инфраструктурно-технологической и социальной готовностью города: «население крупнейших городов мира, в большинстве своем, еще не готово жить в “умных городах”, в то время как темпы внедрения smart-технологий в городскую среду стремительно нарастают» [Стефанова, Хисрамова, 2018, с. 125]. В целом очевидно, что готовность россиян к сортировке отходов, возможно, выше, чем в Индии, но она однозначно не стала для них частью образа жизни, как «для жителей Швеции, Германии, Чехии, Литвы и других стран Европы» [Велитченко, 2021, с. 129]. Успеху «умных» программ в российских городах препятствуют также недостаточность навыков повседневного использования горожанами цифровых технологий [Гераськина, 2021], недостаточная проницаемость мусороуборочного и перерабатывающего рынка для малого бизнеса, юридические несостыковки и плохая координация действий муниципальных операторов [Кубрак, 2021].

Кроме того, специальное исследование мусороуборочных кампаний, проведенное в Малайзии, показало, что после непродолжительного периода чистоты тщательно убранные с привлечением большого числа участников территории стремительно возвращаются к исходному уровню замусоренности [Hing, Gunggut, 2012]. Авторы делают вывод, что практически любая кампания по централизованной волонтерской уборке мусора в общественных местах терпит поражение потому, что она сосредоточена на мусоре, а не на тех, кто мусорит. Очевидно, что здесь безразлично, какая именно система очистки применяется – «умная», механизированная или ручная. Неслучайно во многих описанных авторами технических решениях предусмотрена еще и система видеофиксации для выявления нарушителей режима сбора мусора. Авторы из Португалии [Prata, Simões, Simoes, 2025] – одной из самых передовых по внедрению «умного мусора» стран – специально анализируют объемы собираемых штрафов за нарушения и их эффективность (см. рис. 1). О необходимости «выявления подозреваемых», тех, кто не соблюдает установленные правила уборки, и о незамедлительном наказании нарушителей как об обязательной части «умных» систем обращения с отходами говорит еще один автор-

ский коллектив из Индии [Krishna, Akhil, 2019]. Как видим, всем заметный, ожидаемый и едва ли позитивный эффект цифровизации – это риск тотальной слежки, который не сводится к контролю за нарушителями, да и в этом последнем случае способен вести, с одной стороны, к злоупотреблениям со стороны контролирующих, а с другой стороны – к протестному вандализму со стороны контролируемых, поскольку ясно, что штрафы и общественное порицание коснутся в первую очередь тех, чей уровень цифровых навыков, доступ к качественным multifunctionalным мобильным или стационарным «умным» устройствам и приложениям окажется ограниченным.



Рисунок 1. Тепловая карта загрязненных контейнеров до (слева) и после отправки текстовых сообщений

Источник: [Prata, Simões, Simoes, 2025].

Не слишком оптимистичны и выводы китайских авторов, которые провели оценку эффективности пилотного внедрения «умных» технологий из 278 городов уровня префектур в период с 2007 по 2020 г. Их выводы позволяют однозначно связать низкую эффективность новых технологий в плане достижения целей устойчивого развития с существующим социальным неравенством, которое в условиях технологических сдвигов растет угрожающими темпами. В частности, они доказывают, что: реализация политики «умного города» значительно повышает инновационный потенциал городов, но ее влияние на совокупную экологическую повестку нестабильно и даже незначительно; развитие «умных го-

родов» идет за счет соседей, поскольку побочным эффектом является стягивание в них ресурсов и вытеснение из них отходов жизнедеятельности в «обычные» города. Наибольшее влияние в плане развития инновационного потенциала политика цифровизации оказывает на те города, которые уже и так принадлежат к числу самых экономически развитых [Yang, Su, Yu, 2024]. И внутри одного города в условиях сильного социально-экономического расщепления возможна ситуация, когда одна часть населения не в переносном, а в физическом смысле будет благоденствовать за счет роста антисанитарии, заболеваний и смертей другой части [Иджитканлар, Кугурульо, 2022].

Таким образом, технологии «умного города» имеют не только технический, экономический и экологический, но и социальный аспект, который может служить препятствием к достижению запланированных позитивных эффектов от их внедрения.

Заключение

Цифровизация способна не только решать застарелые проблемы и повышать эффективность городских служб, но одновременно усугублять существующие проблемы, создавать новые вызовы и для служб, и для потребителей, и для городских управленцев. Специалисты указывают на трудности, с которыми приходится сталкиваться при внедрении цифровых решений: конфиденциальность данных, рост издержек, необходимость в надежной инфраструктуре [Yilmaz, Nasar, 2023]. Вероятны злоупотребления, связанные с переизбытком контроля и дефицитом цифровых навыков, неминуем рост сегрегации. Но даже главный, целевой, позитивный эффект – минимизация отходов жизнедеятельности города – далеко не бесспорен.

Внедрение технологий «умного мусора», возможно, снизит количество жидких и твердых бытовых отходов, но неминуемо повысит количество электронных отходов, к которым относятся «любое электрическое или электронное оборудование, являющееся отходами, включая все компоненты, узлы и расходные материалы, которые являются частью оборудования на момент, когда оборудование становится отходами» [Дети и свалки ... , 2022, с. XI]. Это телевизоры, экраны, компьютеры, планшеты, ноутбуки, их комплектующие, причем не только неисправные, но и просто быстроустаревающее, поскольку растущий рынок ИКТ ориентирован на опережающее развитие, непрерывное обновление про-

грамм и их версий, на появление все новых гаджетов и периферийных устройств. Неслучайно Всемирная организация здравоохранения обращает внимание на то, что именно электронные отходы, отнесенные к категории опасных, изначально токсичных для воды, воздуха, почвы или способных выделять вредные вещества при неправильной переработке, имеют серьезные негативные последствия для человеческого здоровья, особенно женщин и детей, которые преимущественно и заняты их сбором и переработкой в самых бедных и неблагополучных странах третьего мира [Дети и свалки ... , 2022]. Электронные отходы повсеместно показывают наиболее высокие темпы роста по сравнению с другими категориями твердых отходов, а утилизируются, напротив, хуже всего [Электронные отходы, 2023].

Кроме того, именно в результате цифровизации возникла и новая категория отходов – цифровые отходы. Они носят нематериальный характер, но отменяют именно те преимущества, которые предполагает концепция «умного города» и «умного мусора», а именно скорость, комфорт и рациональность в процессе осуществления повседневной или профессиональной деятельности. В частности, чрезмерное количество детализированной информации, собираемой и постоянно обновляемой в ходе мониторинга, увеличивает нагрузку на хранилища и системы переработки данных, усиливает затраты энергии и ресурсов. Последнее, в свою очередь, становится механизмом преобразования нематериального воздействия в материальный, физически измеримый, ущерб, что способно вновь снижать комфортность и качество городской жизни, за которые выступают разработчики «умных» технологий.

Список литературы

Велитченко М.Н. Внедрение концепции умного мусора в регионах // Современные тенденции в развитии экономики энергетики: сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию Белорусского национального технического университета, Минск, 03 декабря 2020 года / Министерство образования Республики Беларусь, Белорусский национальный технический университет. – Минск: Белорусский национальный технический университет, 2021. – С. 129.

Гераськина И.Н., Козлова Д.А., Литовченко М.Н. Ресурсо-энергосбережение в концепции «умный город» // Цифровая экономика, умные инновации и технологии: сборник трудов Национальной (Всероссийской) научно-практической конференции с зарубежным участием, Санкт-Петербург, 18–20 апреля 2021 года. – Санкт-Петербург: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2021. – С. 331–334. – DOI: 10.18720/IEP/2021.1/104.

Дети и свалки электронных отходов: воздействие электронных отходов и здоровье детей: краткий обзор для лиц и органов, ответственных за разработку политики. – Женева: Всемирная организация здравоохранения, 2022. – 20 р. – URL: <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/341730/9789240028869-rus.pdf> (дата обращения: 02.05.2025).

Иджитканлар Т., Кугурульо Ф. Устойчивость искусственного интеллекта: взгляд урбаниста сквозь призму концепции умного и устойчивого города // Городские исследования и практики. – 2022. – Т. 7, № 1. – С. 35–64. – DOI: 10.17323/usp71202235-64

Кубрак И.А. Умные технологии городского хозяйства для устойчивого развития Московской агломерации // Вестник Российского нового университета. Серия Человек и общество. – 2021. – № 1. – С. 95–104. – DOI: 10.25586/RNU.V9276.21.01.P.095

Курбатов М. Не смотри наверх. Частные дома становятся популярнее многоквартирных // Квадратный метр. – 2022. – 11 августа. – URL: <https://rg.ru/2022/08/11/ne-smotri-na-verh.html> (дата обращения: 02.05.2025).

Львов В. Последователи Греты Тунберг // Инвест-Форсайт. – 2021. – 8 мая. – URL: <https://www.if24.ru/posledovateli-grety-tunberg/> (дата обращения: 02.05.2025).

Малоэтажки или высотки: все за и против. Что выбрать? // Единый ресурс застройщика. – 2023. – 6 октября. – URL: <https://erzrf.ru/news/maloetazhki-ili-vysotki-vse-za-i-protiv-cto-vybrat> (дата обращения: 02.05.2025).

Пахомов Е. Можно ли подмести Индию? // BRICS business magazine. – URL: <https://www.bricsmagazine.com/ru/articles/mozhno-li-podmesti-indiyu> (дата обращения: 02.05.2025).

Писецкий Ю.В., Юлдашев Ж.Ф., Матякубов Б.К. Обзор мониторинга городских бытовых отходов с помощью умного мусорного бака // Oriental renaissance: innovative, educational, natural and social sciences. – 2023. – Vol. 3, N 9. – С. 99–105.

Почему и как необходимо бороться со строительными отходами / Бахметьев К.А., Куприенко П.С., Ашихмина Т.В., Бука С.Н. // Химия, физика и механика материалов. – 2023. – № 4 (39). – С. 90–107.

Пуртов К.С. Зеленая экономика Москвы: устойчивое развитие для будущего // Вестник Университета Правительства Москвы. – 2022. – № 1 (55). – С. 3–8.

Стефанова Н.А., Хисрамова Я.Ш. Риски «умных» городов // Карельский научный журнал. – 2018. – Т. 7, № 2 (23). – С. 125–126.

Умный мусор // Портал IoT.ru: новости Интернета вещей. – URL: <https://iot.ru/wiki/umnyu-musor> (дата обращения: 02.05.2025).

Хайдаров А.Г., Панферов М.А., Королева Л.А. Руководство данными как перспективное направление снижения пожарной и экологической опасности в сфере обращения с отходами // Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России. – 2022. – № 1. – С. 30–40.

Чаканов Б. Копенгаген – цифровизация города скандинавского типа // Внедрение стратегий устойчивого развития ЕС для Индонезии и России: сборник научных трудов: в двух частях. – Москва: Российский университет дружбы народов, 2022. – Ч. 2. – С. 279–288.

Электронные отходы // Всемирная организация здравоохранения. – 2023. – 18 октября. – URL: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/electronic-waste-%28e-waste%29> (дата обращения: 02.05.2025).

A smart waste management system framework using IoT and LoRa for Green city project / Laha S., Pattanayak B., Pattnaik S., Kumar S. // International journal on recent and innovation trends in computing and communication. – 2023. – Vol. 11, N 9. – P. 342–357. – DOI: 10.17762/ijritcc.v11i9.8370

Abuga D., Nallanthighal R. Real-time smart garbage bin mechanism for solid waste management in smart cities // Sustainable cities and society. – 2021. – Vol. 75. – 103347. – DOI: 10.1016/j.scs.2021.103347.

Enhancing urban waste management: development and application of smart garbage bin technologies / Fei X., He P., Ma H., Qiu Y. // Science and technology of engineering, chemistry and environmental protection. – 2024. – Vol. 1, N 1. – P. 1–4. – DOI: 10.61173/jprvvr82

Hing Ch., Gunggut H. Maintaining urban cleanliness: a new model // Procedia – social and behavioral sciences. – 2012. – Vol. 50. – P. 950–958. – DOI: 10.1016/j.sbspro.2012.08.096

Internet of things-based garbage monitoring system integrated with Telegram / Tarmizi S., Nik Nur D.N.S., Abdullah R., Izawana S., Omar S. // Indonesian journal of electrical engineering and computer science. – 2023. – Vol. 32, N 3. – P. 1370–1377. – DOI: 10.11591/ijeecs.v32.i3.pp1370-1377

Krishna Mr., Akhil I. Implementation of smart garbage collection in smart cities // International journal of innovative technology and exploring engineering. – 2019. – Vol. 9, N 2. – P. 1425–1428. – DOI: 10.35940/ijitee.A5244.129219

Kumar A., Agrawal A. Recent trends in solid waste management status, challenges, and potential for the future Indian cities – a review // Current research in environmental sustainability. – 2020. – Vol. 2. – 100011. – DOI: 10.1016/j.crsust.2020.100011

Patil Sh., Koluragi V., Ashokkumar P S. Smart garbage and street light monitoring system for smart city // Artificial intelligence and communication technologies / ed. by S. Hiranwal, G. Mathur. – New Delhi: SCRS publications, 2022. – P. 349–360. – DOI: 10.52458/978-81-955020-5-9-35

Prata J., Simões C., Simoes R. Improvements to municipal solid waste collection systems using real-time monitoring // Sustainability. – 2025. – Vol. 17, N 4. – 1405. – DOI: 10.3390/su17041405

Saji R. A Survey on smart garbage management in cities using IoT // International journal of engineering and computer science. – 2016. – Vol. 5, N 11. – P. 18749–18754. – DOI: 10.18535/ijecs/v5i11.04

Smart and integrated garbage management application – a step towards IoT-enabled society / Paul K., Mukherjee A., Debnath D., Malakar T. // Proceedings of international conference on industrial instrumentation and control / ed. by S. Bhaumik, S. Chattopadhyay, T. Chattopadhyay, S. Bhattacharya. – Singapore: Springer, 2022. – P. 181–190. – DOI: 10.1007/978-981-16-7011-4_18

Smart city automatic garbage collecting system for a better tomorrow / Sayyad S., Vengatesan K., Bhaskar R.M., Padmanaban S., Jaspreetkuar P. // International journal of pure and applied mathematics. – 2017. – Vol. 114, N 9. – P. 455–463.

Smart city garbage monitoring system / Imdaadh M., Saajidh M., Ahmed A., Ahagaash S. // *International journal for research in applied science and engineering technology*. – 2022. – Vol. 10, N 11. – P. 515–520. – DOI: 10.22214/ijraset.2022.47374

Smith R., Smith N. Right-to-repair, product durability and obsolescence: a legal perspective // *Journal of Indonesian legal studies*. – 2024. – Vol. 9, N 2. – P. 767–798. – DOI: 10.15294/jils.v9i2.1895

Yang S., Su Y., Yu Q. Smart-city policy in China: opportunities for innovation and challenges to sustainable development // *Sustainability*. – 2024. – Vol. 16. – 6884. – DOI: 10.3390/su16166884

Yilmaz M., Hasar H. Review on environmental aspects in smart city concept: water, waste, air pollution and transportation smart applications using IoT techniques // *Sustainable cities and society*. – 2023. – Vol. 94. – 104567. – DOI: 10.1016/j.scs.2023.104567

References

A smart waste management system framework using IoT and LoRa for Green city project / Laha S., Pattanayak B., Pattnaik S. Kumar S. *International journal on recent and innovation trends in computing and communication*. – 2023. – Vol. 11, N 9. – P. 342–357. – DOI: 10.17762/ijritcc.v11i9.8370

Abuga D. Nallantigal R. A real-time intelligent trash can mechanism for solid waste management in smart cities. *Sustainable cities and societies*. – 2021. – N 75. – 103347. – DOI: 10.1016/j.scs.2021.103347

Chakanov B. Copenhagen – digitalization of a Scandinavian-type city. *Implementation of EU sustainable development strategies for Indonesia and Russia: a collection of scientific papers in two parts*. – Moscow: Peoples' friendship university of Russia, 2022. – Part 2. – P. 279–288. (In Russian)

Children and e-waste landfills: the impact of e-waste and children's health. – Geneva: World health organization, 2022. – 20 p. – URL: <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/341730/9789240028869-rus.pdf> (accessed: 02.05.2025). (In Russian)

Electronic waste. *World health organization*. – 2023. – October 18. – URL: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/electronic-waste-%28e-waste%29> (accessed: 02.05.2025). (In Russian)

Enhancing urban waste management: development and application of smart garbage bin technologies. Fei X., He P., Ma H., Qiu Y. *Science and technology of engineering, chemistry and environmental protection*. – 2024. – Vol. 1, N 1. – P. 1–4. – DOI: 10.61173/jprvr82

Geras'kina I.N., Kozlova D.A., Litovchenko M.N. Resource and energy conservation in the smart city concept. *Digital economy, smart innovations and technologies: proceedings of the National (all-Russian) scientific and practical conference with foreign participation, St. Petersburg, April 18–20, 2021*. – Saint Petersburg: POLYTECH-PRESS, 2021. – P. 331–334. – DOI: 10.18720/IEP/2021.1/104 (In Russian)

Hing Ch., Gunggut H. Maintaining urban cleanliness: a new model. *Procedia – social and behavioral sciences*. – 2012. – Vol. 50. – P. 950–958. – DOI: 10.1016/j.sbspro.2012.08.096

Ijtkanlar T., Kugurullo F. Sustainability of artificial intelligence: an Urbanist's view through the prism of the concept of a smart and sustainable city. *Gorodskie issle-*

dovaniya i praktiki [Urban research and practice]. – 2022. – Vol. 7, N 1. – P. 35–64. – DOI: 10.17323/usp71202235-64 (In Russian)

Internet of things-based garbage monitoring system integrated with Telegram. Tarmizi S., Nik Nur D.N.S., Abdullah R., Izawana S., Omar S. *Indonesian journal of electrical engineering and computer science*. – 2023. – Vol. 32, N 3. – P. 1370–1377. – DOI: 1370.10.11591/ijeecs.v32.i3

Khaidarov A.G., Panferov M.A., Koroleva L.A. Data management as a promising direction for reducing fire and environmental hazards in the field of waste management. *Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta Gosudarstvennoj protivopozharnoj sluzhby MChS Rossii* [Bulletin of the St. Petersburg university of The State fire service of the Ministry of emergency situations of Russia]. – 2022. – N 1. – P. 30–40. (In Russian)

Krishna Mr., Akhil I. Implementation of smart garbage collection in smart cities. *International journal of innovative technology and exploring engineering*. – 2019. – Vol. 9, N 2. – P. 1425–1428. – DOI: 10.35940/ijitee.A5244.129219

Kubrak I.A. Smart technologies of urban economy for the sustainable development of the Moscow agglomeration. *Vestnik Rossijskogo novogo universiteta. Seriya: Chelovek i obshchestvo* [Bulletin of the Russian new university. Series: Man and society]. – 2021. – N 1. – P. 95–104. – DOI: 10.25586/RNU.V9276.21.01.P.095 (In Russian)

Kumar A., Agrawal A. Recent trends in solid waste management status, challenges, and potential for the future Indian cities – a review. *Current research in environmental sustainability*. – 2020. – Vol. 2. – 100011. – DOI: 10.1016/j.crsust.2020.100011

Kurbatov M. Don't look up. Private houses are becoming more popular than high-rise buildings. *Kvadratnyj metr* [Square meter]. – 2022. – August 11. – URL: <https://rg.ru/2022/08/11/ne-smotri-na-verh.html> (accessed: 02.05.2025). (In Russian)

L'vov V. Followers of Greta Thunberg. *Invest-Forsajt* [Invest-Foresight]. – 2021. – May 8. – URL: <https://www.if24.ru/posledovateli-grety-tunberg/> (accessed: 02.05.2025). (In Russian)

Low-rise buildings or high-rise buildings: all the pros and cons. What should we choose? *Edinyj resurs zastrojshchika* [Developer's unified resource]. – 2023. – October 6. – URL: <https://erzrf.ru/news/maloetazhki-ili-vysotki-vse-za-i-protiv-cto-vyb-rat> (accessed: 02.05.2025). (In Russian)

Pakhomov E. Is it possible to sweep India? *BRICS business magazine*. – URL: <https://www.bricsmagazine.com/ru/articles/mozhno-li-podmesti-indiyu> (accessed: 02.05.2025). (In Russian)

Patil Sh., Kolaragi V., Ashokkumar P S. Smart garbage and street light monitoring system for smart city. *Artificial intelligence and communication technologies*. Ed. by S. Hiranwal, G. Mathur. – New Delhi: SCRS publications, 2022. – P. 349–360. – DOI: 10.52458/978-81-955020-5-9-35

Pisetsky Yu.V., Yuldashev J.F.U., Matyakubov B.K.U. An overview of urban household waste monitoring using a smart trash can. *Oriental renaissance: innovative, educational, natural and social sciences*. – 2023. – Vol. 3, N 9. – P. 99–105. (In Russian)

Prata J., Simões C., Simoes R. Improvements to municipal solid waste collection systems using real-time monitoring. *Sustainability*. – 2025. – Vol. 17, N 4. – DOI: 1405.10.3390/su17041405

Purtov K.S. Moscow's green economy: sustainable development for the future. *Vestnik Universiteta Pravitel'stva Moskvy* [Bulletin of the Moscow government university]. – 2022. – N 1. – P. 3–8. (In Russian)

Saji R.A Survey on smart garbage management in cities using IoT. *International journal of engineering and computer science*. – 2016. – Vol. 5, N 11. – P. 18749–18754. – DOI: 10.18535/ijecs/v5i11.04

Smart and integrated garbage management application – a step towards IoT-enabled society. Paul K., Mukherjee A., Debnath D. Malakar T. *Proceedings of international conference on industrial instrumentation and control*. Ed. by S. Bhaumik, S. Chattopadhyay, T. Chattopadhyay, S. Bhattacharya. – Singapore: Springer, 2022. – P. 181–190. – DOI: 10.1007/978-981-16-7011-4_18

Smart city automatic garbage collecting system for a better tomorrow. Sayad S., Vengatesan K., Bhaskar R.M., Padmanaban S., Jaspreetkaur P. *International journal of pure and applied mathematics*. – 2017. – Vol. 114, N 9. – P. 455–463.

Smart city garbage monitoring system. Imdaadh M., Saajidh M., Ahmed A., Ahagaash S. *International journal for research in applied science and engineering technology*. – 2022. – Vol. 10, N 1. – P. 515–520. – DOI: 10.22214/ijraset.2022.47374

Smart garbage. *Portal IoT.ru: novosti Interneta veshchej* [IoT.ru portal: news of the Internet of things]. – URL: <https://iot.ru/wiki/umnyy-musor> (accessed: 02.05.2025). (In Russian)

Smith R., Smith N. Right-to-repair, product durability and obsolescence: a legal perspective. *Journal of Indonesian legal studies*. – 2024. – Vol. 9, N 2. – P. 767–798. – DOI: 10.15294/jils.v9i2.1895

Stefanova N.A., Khisravova Ya.Sh. The risks of “smart” cities. *Karel'skij nauchnyj zhurnal* [Karelian scientific journal]. – 2018. – Vol. 7, N 2. – P. 125–126. (In Russian)

Velitchenko M.N. Implementation of the concept of smart garbage in the regions. *Sovremennye tendencii v razvitii ekonomiki energetiki: sbornik materialov Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashchennoj 100-letiyu Belorusskogo nacional'nogo tekhnicheskogo universiteta, Minsk, 03 dekabrya 2020 goda*. [Current trends in the development of the energy economy: a collection of materials from the International scientific and practical conference dedicated to the 100th anniversary of the Belarusian national technical university, Minsk, December 03, 2020]. – Minsk: Belarusian national technical university, 2021. – 129 p. (In Russian)

Why and how it is necessary to deal with construction waste. Bahmet'ev K.A., Kuprienko P.S., Ashihmina T.V., Buksha S.N. *Himiya, fizika i mekhanika materialov* [Chemistry, physics and mechanics of materials]. – 2023. – N 4. – P. 90–107. (In Russian)

Yang S., Su Y., Yu Q. Smart-city policy in China: opportunities for innovation and challenges to sustainable development. *Sustainability*. – 2024. – Vol. 16. – 6884. – DOI: 10.3390/su16166884

Yilmaz M., Hasar H. Review on environmental aspects in smart city concept: water, waste, air pollution and transportation smart applications using IoT techniques. *Sustainable cities and society*. – 2023. – Vol. 94. – 104567. – DOI: 10.1016/j.scs.2023.104567