

## ЭКОЛОГИЯ ГОРОДА

УДК 504.03

Научная статья

### **Александр Сергеевич Поплевин**

аспирант, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ).  
Россия, 400074, Волгоград, ул. Академическая, 1;  
e-mail: sanya\_poplevin@mail.ru

### **Анна Юрьевна Барковская**

канд. филос. наук, доцент каф. философии, социологии и психологии, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Россия, Волгоград, 400074, ул. Академическая, 1;  
e-mail: anna\_bark@mail.ru

### **Валерий Николаевич Азаров**✉

д-р техн. наук, профессор, зав. каф. безопасности жизнедеятельности в строительстве и городском хозяйстве, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Россия, 400074, Волгоград, ул. Академическая, 1;  
e-mail: azarovpubl@mail.ru

### **АНАЛИЗ МЕХАНИЗМОВ УПРАВЛЕНИЯ СФЕРЫ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ В АЗИАТСКИХ СТРАНАХ**

Статья посвящена анализу стратегий обращения с отходами производства и потребления в странах Азии и представляет обзор зарубежных исследований в этой области. Выделены и проанализированы в контексте региональной специфики факторы, влияющие на образование и состав отходов: демографические, социальные, экономические, экологические, институциональные. Сложность азиатского сценария обусловлена растущей численностью населения, быстрой индустриализацией и урбанизацией, а также изменением состава отходов и темпов их образования. Механизмы управления и технологии сферы обращения с отходами в Азии существенно разнятся в зависимости от уровня экономического и технологического развития стран, экологических нормативов, институциональных факторов, определяющих государственное регулирование этой сферы и воздействующих на позитивную и негативную мотивацию в поведенческих стратегиях экономических агентов, развитости экологического сознания населения и варьируются от прогрессивных до весьма консерва-

тивных. Рассматриваются особенности процессов сбора, транспортировки, обработки и утилизации (открытое захоронение, компостирование, сжигание) в развитых и развивающихся странах Азии.

**Ключевые слова:** отходы производства и потребления, состав отходов, страны Азии, технические и социальные подходы к управлению отходами, захоронение, компостирование, сжигание.

**Для цитирования:** Поплевин А. С., Барковская А. Ю., Азаров В. Н. Анализ механизмов управления сферы обращения с отходами производства и потребления в азиатских странах // Социология города. 2024. № 3. С. 61—76. DOI: 10.35211/19943520\_2024\_3\_61

## Введение

Последние десятилетия формирование механизма устойчивого развития в области обращения с отходами производства и потребления является предметом обсуждения во всем мире. К дискуссии в рамках научного сообщества: заинтересованность проявляют государственные и коммерческие структуры, неправительственные организации, вовлекается широкая общественность. Эта проблема особенно актуальна для Азии — самой большой и густонаселенной части света, на которую приходится 30 % площади суши в мире и где проживает 60 % мирового населения.

Учитывая тот факт, что для современного мира характерен продолжающийся рост народонаселения, согласно которому ныне живущие 8,2 млрд человек (4,8 млрд из них проживают в Азии), по прогнозным оценкам ООН, к 2050 г. превратятся в 9,7 млрд человек (5,1 млрд придется на Азию), очевидно, что проблема отходов будет нарастать<sup>1</sup>. Перенаселение и сверхпотребление современного общества способствуют производству отходов, уровень загрязнения окружающей среды принял катастрофический характер. Современные исследователи рассматривают «общество массового потребления» и «мусорную цивилизацию» как синонимичные понятия (Даллакян, Мирзоева 2015). Согласно отчету Всемирного банка, к 2050 г. рост количества мусора в мире будет вдвое опережать рост населения и достигнет 3,4 млрд т, что по сравнению с 2,01 млрд т в 2016 г. составит прирост на 70 %. Ожидается, что наибольший вклад в этот прирост внесут два региона — Южная Азия и Африка к югу от Сахары<sup>2</sup>.

Азия демонстрирует самые высокие темпы роста, только за XX в. ее население увеличилось почти в 4 раза. Несмотря на то, что большинство стран преодолели пик демографического взрыва и наблюдается снижение уровней

---

<sup>1</sup> Организация Объединенных наций. Демографические тенденции и отношения между поколениями в Азиатско-Тихоокеанском регионе. Экономический и Социальный совет. Материалы Восьмой сессии. 26.07.2024. URL: <https://www.unescap.org/sites/default/d8files/event-documents/2400298R.pdf> (дата обращения: 24.07.2024).

<sup>2</sup> World waste could grow 70 per cent as cities boom, warns World Bank. Reuters. September 21, 2018. URL: <https://www.geo.tv/latest/211909-world-waste-could-grow-70-per-cent-as-cities-boom-warns-world-bank> (accessed: 24.07.2024).

рождаемости и естественного прироста, население этой части света продолжает расти. Более половины прироста населения Азии к 2050 г. придется на две страны — Индию (40 %) и Пакистан (18 %). Вместе еще с пятью странами (Индонезия, Филиппины, Ирак, Бангладеш, Афганистан) они обеспечат 85 % прироста населения Азии (Чернышов, 2020).

Все страны региона, а их более 50, характеризуются значительными различиями в географии (размер территории, природные ресурсы, плотность населения и т. п.), в уровне и темпе экономического и социального развития, в демографических тенденциях, комплексно влияющих на количество и структуру отходов, стратегии управления ими.

### **Факторы, влияющие на образование отходов производства и потребления, их объем, состав в странах Азии**

Твердые бытовые отходы (ТБО, коммунальные, муниципальные) представляют наибольшую часть отходов потребления, образовавшуюся в системе городского хозяйства. Их количество, динамика образования, состав тесно связаны с показателями экономического развития страны и уровня жизни населения. Индивидуальными параметрами, определяющими объем и состав отходов, являются: уровень доходов, степень благоустройства жилищного фонда и др. Промышленные отходы составляют не более 10—15% общего объема генерируемого человечеством мусора, но степень опасности у них гораздо выше бытовых отходов.

Множество факторов, влияющих на образование отходов и управленческие решения в этой сфере, принято делить на пять широких категорий — демографические, социальные, экономические, экологические и институциональные, и все они неразрывно связаны друг с другом.

**Демографические факторы. Урбанизация.** В Азии уровень урбанизации особенно высок в развитых странах и гораздо ниже в странах с низким доходом на душу населения. Уже сейчас население Сингапура, Гонконга, Макао состоит только из горожан; близки к ним Катар — 99 %, Япония и Израиль — 92 %; Бахрейн, Саудовская Аравия, Южная Корея — 81—89 % городского населения. В Восточной Азии, несмотря на самые низкие для этой части света показатели прироста населения, образуется большая часть мировых отходов — 23 %, что обусловлено высокой степенью урбанизации и индустриализации, что в свою очередь приводит к развитию среднего класса и росту среднего потребления.

Большинство сельских жителей проживают в пяти странах: Индии, Китае, Индонезии, Пакистане и Бангладеш. Лидеры по производству мусора (2 и 3-е место в мире после США) — самые большие страны мира и Азии по численности населения: Китай — 210 млн т и Индия — 168,4 млн т в год.

Самыми быстрорастущими субрегионами являются Южная Азия, Ближний Восток, где объем образования отходов увеличится в 2—3 раза в ближайшие 25 лет. В настоящее время суточная норма генерации отходов в Восточной и Южной Азии составляет около 1 млн т и является самой интенсивной по темпу распространения в мире.

На темпе образования отходов сказывается и плотность населения, которая в Азии почти в 2 раза превышает среднемировой уровень. Наибольшая плотность характерна для Бангладеш, отдельных регионов Китая, Японии.

Объемы ТБО растут пропорционально плотности населения, причем почти вне зависимости от производства.

Рассмотрим процессы воспроизводства населения в каждом из субрегионов Азии.

Для стран **Юго-Западной Азии** характерен наиболее высокий прирост населения. Несмотря на то, что уровень прироста в этом регионе несколько снизился и составляет в среднем 2,8 % в год, этот показатель вдвое превышает среднемировой. Максимальные значения наблюдаются в Катаре и ОАЭ (5,8 %), Иордании (4,7 %), Омане (4,5 %), Саудовской Аравии (4,3 %), Йемене (4,2 %), Афганистане (3 %). Минимальные — в Кувейте (0,3 %). Демографическая политика ОАЭ, Саудовской Аравии, Ирака поощряет рождаемость.

В большинстве стран **Южной Азии** среднегодовой прирост колеблется от 1,5 до 2 %, но именно этот субрегион станет главным демографическим драйвером Азии в целом, обеспечив 70 % общеазиатского прироста. Самая большая страна этого региона и мира, Индия, несмотря на политику ограничения рождаемости, вырастет с 1,38 до 1,64 млрд, Пакистан — с 221 до 338 млн, Бангладеш — со 165 до 193 млн. Доля городского населения также вырастет с 37 до 54 % (Чернышов, 2020). Проблема бедности в регионе стоит чрезвычайно остро, например в Индии бедное население составляет треть общей численности.

Страны **Восточной Азии** находятся в состоянии замедления процесса прироста населения, этот показатель составляет в среднем по субрегиону 0,7 % в год, что значительно ниже среднемирового уровня. Шесть стран региона с высокими доходами — Япония, Южная Корея, Тайвань, Сингапур, Гонконг и Макао — замыкают мировой рейтинг по уровню рождаемости. Из всех стран субрегиона среднегодовой темп прироста населения только в Монголии превышает 1 %, в то время как самая «пожилая» страна мира Япония сокращается, имея отрицательный прирост –0,5 %. Темпы роста населения Китая составляют всего 0,03 %, что является результатом проводимой в стране с 1979 г. политики «одна семья — один ребенок». Четверть населения государства — граждане с низкими доходами. Статус самой густонаселенной страны в мире, удерживаемый веками, Китай в 2023 г. уступил Индии. Уровень урбанизации в Китае и Индии растет высокими темпами, городское население этих стран уже составляет половину горожан мира.

Наименее развитые страны **Юго-Восточной Азии** — Филиппины, Лаос, Камбоджа — сохраняют достаточно высокие показатели естественного прироста населения около 1,5 %, в то время как во Вьетнаме (0,95 %), Индонезии (0,89 %) и Таиланде (0,32 %) этот показатель уже ниже 1 %. Демографический переход в регионе ускорился в результате демографической политики и развития ряда стран по пути «новой индустриализации». Экономики Малайзии, Индонезии, Таиланда и Филиппин характеризуются высокими темпами индустриализации, экспортной ориентацией промышленного производства (особенно продукции наукоемких отраслей).

В целом развивающиеся страны Азии переживают период роста численности населения, распространения городского образа жизни, повышения уровня благосостояния и изменения образа жизни, что ведет к более высокому потреблению ресурсов и способствует увеличению объема твердых коммунальных отходов (ТКО).

Темпы образования отходов производства и потребления в странах Азии колоссальны. Например, в Индии этот показатель составлял от 0,2—0,5 кг на душу населения в день у 217 млн человек (Sharholi, Ahmad, Mahmud, Trivedi, 2008). В некоторых городах Индии, например Дели, уровень образования отходов составлял около 7000 т в день в 2007 г. и примерно 17 000—25 000 т в день к 2011 г. В Пудучерри (Индия) он вырос с 265 т в день в 2003 г. до 370 т в день в 2008 г. Эти проблемы характерны и для Индонезии, например в Сурабае общее образование отходов составляет 2160 т в сутки. В Макассаре (Индонезия) при населении 1,13 млн человек и производстве отходов 0,73 кг на человека в день в сутки производится около 830 т отходов (Talyan, Dahiya, Srikrishnan, 2008).

Большая часть ТКО в городах развивающихся стран, таких как Индонезия, состоит из биоразлагаемой органики. Так, в Джакарте этот показатель составил 65 % (Pasang, Moore, Sitorus, 2007), в Сурабае — 72,41 % (Trihadiningrum, 2006). В целом разлагаемая органика составляла 61,5 % в Малайзии, а в Индонезии — от 68,12 до 72,41 %. ТКО в основном поступают из жилых районов, предприятий торговли и других источников (Shekdar, 2009).

Общими проблемами являются недостаточный охват сбором и открытые свалки как окончательный метод утилизации. Это привело к загрязнению почвы, поверхностных и подземных вод, вызванному фильтратом и выбросами парниковых газов (ПГ) в процессе разложения отходов (Lu, Nair, 2009). В то же время в развитых азиатских странах, таких как Япония, Сингапур, Тайвань и Южная Корея, эти значения, как правило, составляли менее 45 % (Ibid).

Основным компонентом ТКО развивающихся стран Азии являются разлагаемые органические отходы, содержание которых колеблется от 42 до 80,2 % (Saeed, Hassan, Mujeebu, 2009). В меньшем количестве присутствуют бумага, пластик, ткань, металлы, стекло, зола и др. В Пудучерри (Индия), Куала-Лумпуре (Малайзия) и Дакке (Бангладеш) вторым компонентом отходов является бумага, за которой следует пластик. Также в состав ТКО входят текстиль, стекло, металл, резина, кожа и др. (Alamgir, Ahsan, 2007).

Потребление пластика в странах Азии значительно увеличилось: с 3,2 % в 1998 г. до 9 % в 2007 г., львиную долю составляет упаковка для пищевых продуктов (Moghadam, Mokhtarani, Mokhtarani, 2009). Пластик — это полимер из синтетической или полусинтетической органики, который можно формовать. Твердые пластиковые отходы по морфологическому составу подразделяются на несколько: полиэтилентерефталат, полиэтилен высокой плотности, поливинилхлорид, полиэтилен низкой плотности, полипропилен, полистирол и др. Но в большинстве стран его вторичная переработка затруднена в связи с отсутствием культуры раздельного сбора мусора.

В образовании отходов в развивающихся странах Азии прослеживаются две тенденции: преобладание биоразлагаемых органических отходов (более 40 % общего веса), которые потенциально могут выделять ПГ, и значительное увеличение пластиковых компонентов в общей массе отходов.

**Экономические факторы.** К развитым странам в Азии относится лишь Япония, занимающая 5-ю позицию в списке крупнейших экономик мира на 2024 г. по ВВП (ППС) по данным Всемирного банка. По социально-экономическим показателям к ней близки Израиль с диверсифицированной

промышленностью, а также «новые индустриальные страны первой волны» — Южная Корея и Тайвань, Гонконг и Сингапур.

Любая политика или конкретный проект по обращению с отходами ограничены имеющимися финансовыми ресурсами. Правительства стран с более высокими доходами могут тратить больше средств на утилизацию отходов. По данным Всемирного банка (1999 г.), Нью-Йорк (США) потратил 106 долларов в год на душу населения на утилизацию ТКО, в то время как Куала-Лумпур (Малайзия) — 15 долларов, а Ханой (Вьетнам) — всего 2 доллара, что наглядно демонстрирует разницу в ресурсах. Пропась заключаются не в распределении, а в фактических финансовых потоках, доступных для использования.

Развитая экономика страны не только влияет на состав отходов, но и обеспечивает политику управления ими на основе хорошо организованной системы сбора, сортировки и дальнейшей переработки с применением высоких технологий. Именно так решается вопрос управления отходами в Японии, где недостаточно места для его захоронения, поэтому на государственном уровне популяризировали сортировку мусора среди населения и разработали современные технологии для его переработки и утилизации. Настоящим символом прогресса стало строительство в Японии «мусорных островов»: рукотворные территории создаются из мусора, прошедшего термическую обработку и спрессованного в брикеты.

Хорошим примером может служить Йогогама (Япония), где практикуется превосходное разделение отходов, позволяющее утилизировать и экспортировать в качестве сырья бумагу и пластмассы. В период с 1990 по 2005 г. показатели экспорта собранной бумаги увеличились с 21,9 до 3108,5 тыс. т, в то время как собранный пластик увеличился с 41,4 до 1053,2 тыс. т. Целевыми рынками являются развивающиеся страны, такие как Китай и Индия, которые используют переработанные продукты в качестве вторичного сырья (Wilson, 2006).

В Малайзии, где еще не так развита централизованная система сортировки и сбора отходов, многие владельцы грузовиков пополняют свои доходы, посещая жилые районы, покупая у домашних хозяйств использованную бумагу или автомобильные аккумуляторы и перепродавая их внутри страны предприятиям, занимающимся переработкой (Contreras, Ishii, Keisuke, 2006).

Повышение уровня жизни изменило стиль жизни и состав населения. В жилых районах с высоким уровнем дохода в некоторых развивающихся странах количество материалов, пригодных для вторичной переработки (пластмасса, металл, стекло и др.), имеет тенденцию к увеличению из-за потребления большего количества упакованных продуктов (Mbuligwe, Kassenga, Kaseva, Chaggu, 2002).

В составе отходов более бедных стран — большое количество органических веществ из пищевых продуктов или отходов животноводства. Компостирование в этом случае является не только основным вариантом утилизации отходов, но и возможностью получения прибыли.

Жизнеспособным и прибыльным вариантом обращения с отходами является рекуперация — извлечение полезных компонентов из мусора с целью дальнейшего повторного их применения. Это не только полезно для окружающей среды за счет сокращения количества используемого сырья, но и

дешевле для производителей из-за того, что утилизируемый материал уже предварительно обработан и требует лишь незначительной обработки перед повторным использованием в производственном процессе.

Южная Корея получила самый высокий балл в мире (67 из 100) в категории «Вторичная переработка» Индекса экологических показателей за 2022 г. В Южной Корее уровень переработки составляет примерно 53,7 %. В стране есть ряд очень успешных частных компаний, которые собирают отходы, перерабатывают их и продают с прибылью.

**Социальные факторы.** Государственная политика в области обращения с отходами производства и потребления требует участия широкой общественности.

Чтобы обеспечить согласие и сотрудничество в конкретных проектах по обращению с отходами, особенно в развивающихся странах с низким уровнем образования, необходимо начинать с информирования населения о выгодах взаимодействия в данной области. Распространение важной информации стимулирует управление отходами, гарантируя, что люди знают цели.

Образование имеет более сильный и долгосрочный эффект, поскольку оно поощряет формирование развитого экологического сознания, осознанное участие в обращении с отходами. Как следствие формируются три категории проэкологичного поведения: стремление сортировать, перерабатывать отходы и сокращать их; сберегать (экономить) природные ресурсы; приобретать более экологически чистые товары.

В статистическом исследовании факторов, влияющих на деятельность по переработке отходов, ученые пришли к выводу, что наибольшее внимание следует уделять повышению осведомленности, что увеличило переработку отходов на 20 %. Другим примером является обустройство свалок в жилом районе. Распространение знаний, упрощенная научная литература и разъяснения плюсов и минусов проекта позволили повысить сознательность вовлеченных сообществ (Chenaya, Agamutu, Takeda, 2007).

В Сурабае и Медане (Индонезия) местные лидеры при содействии неправительственных организаций (НПО) повысили осведомленность общественности в процессе применения метода 3R (reduce — сокращение отходов, reuse — повторное использование, recycle — переработка отходов).

В бедных общинах в Яле (Таиланд) сокращению потребления способствовал обмен мусора на полезные продукты питания — яйца. Яйцо использовалось в качестве средства обмена, поскольку оно имеет экономическую, пищевую и социальную ценность для бедняков (Ibid: 35—40).

Интересен опыт развитых стран в формировании строгих систем раздельного сбора мусора, который сортируется самими жильцами по различным категориям, причем негативной мотивацией выступает система штрафов (основанием служит видеофиксация нарушений). Например, в Южной Корее пищевые отходы упаковываются в перерабатываемые пакеты и при загрузке в специальный закрытый контейнер (открывается только по карте жильца) взвешиваются. Стоимость утилизации определяется исходя из общего веса отходов, включается в общий счет за коммунальные услуги (не более 10 % от всей квитанции)<sup>3</sup>.

---

<sup>3</sup>Сколько жители разных стран платят за переработку мусорных отходов // Российская газета. 16.06.2018. URL: <https://rg.ru/2018/06/14/skolko-zhiteli-raznyh-stran>

**Экологические факторы.** Состояние окружающей среды выступает в качестве основного фактора управления отходами и их утилизации. Учитывая, что ТБО и отходы производства — это многокомпонентные смеси веществ, обладающие различными химико-физическими свойствами, они представляют собой токсическую, химическую, биологическую, коррозионную, огне- и взрывоопасность. Текущие тенденции в государственной политике управления отходами, утилизации или исследованиях обусловлены экологическими проблемами — глобальным потеплением, увеличением выбросов углекислого газа, нехваткой питьевой воды, загрязнением среды обитания. Но стоит отметить, что система обращения с отходами во многих странах Азии требует меньших финансовых ресурсов и имеет низкий уровень соблюдения экологических норм (Viswanathan, Glow, 2006).

Многие развивающиеся страны Азии включили экологические интересы в свои экономические планы. Например, в плане экономического развития Малайзии особое внимание уделяется превентивным мерам снижения негативного воздействия на окружающую среду наряду с усилиями по ее сохранению. В руководящих принципах планов экономического развития Китая увеличение площади лесов и городских зеленых зон было двумя целями, в то время как на ближайшие годы устойчивое развитие, вопросы нерационального использования природных ресурсов и ухудшения состояния окружающей среды и их восстановление были включены в новую концепцию природоохранных мероприятий. Китай, долгое время бывший крупнейшим импортером мусора в мире (56 % общемирового импорта пластиковых отходов в 2016 г.), с 2018 г. ввел ограничения на ввоз мусора для дальнейшей переработки.

**Институциональные факторы.** Успешная политика управления отходами потребления на национальном уровне обеспечивается развитой институциональной структурой, определяющей государственное регулирование этой сферы. Институциональные движущие силы определяются людьми на деловом, правительственном или научном уровне. Они обладают огромным потенциалом для перемен, но в итоге многое зависит от совместных усилий различных групп людей.

Закон и его толкование могут стимулировать или препятствовать любой политике или проектам в области обращения с отходами. Законодатели и политики играют определенную роль, принимая и поддерживая законы об устойчивом обращении с отходами. Но законодатели должны привлекать местных экспертов по охране окружающей среды для разработки географически и культурно приемлемых и справедливых законов, которые могут быть быстро реализованы (Joseph, 2006).

В Японии экологические идеалы, государственная политика и исполнение законодательства согласованы. В то время как Сейм (парламент) принимает законы, муниципалитетам предоставлена значительная практическая автономия. Одновременно предприятия, научно-производственные объединения и частные лица участвуют в экологических планах (Yong, 2000).



Формирование экологического сознания в институциональной среде имеет огромное значение, формируя триединый процесс: «восприятие — понимание — действие», каждый элемент которого социально, политически и культурно опосредован. К социальным институтам детерминации экологического сознания, деятельность которых носит организованный, целенаправленный характер, относятся средства массовой коммуникации, наука, образование, идеология, искусство, религия и др.

### **Особенности этапов обращения с отходами производства и потребления в азиатских странах**

**Сбор.** В развитых странах, успешно организующих отдельный сбор отходов, существуют не только жесткая система штрафов, но и принципы стимулирования — административные, экономические, социально-психологические. В Японии значительный эффект имеет высокая цена приема вторсырья или такой вид поощрения, как бесплатные поездки на транспорте. У населения присутствует высокая культура и дисциплина в сортировке мусора. В жилых домах для разных видов ТКО устанавливается до четырех десятков контейнеров. Некоторые японцы моют пластиковые и жестяные упаковки перед тем, как их выбросить. Это не регламентировано правилами, но является результатом воспитания, согласно которому японцу приятнее выбросить чистый мусор.

В то же время процесс сбора отходов во многих развивающихся странах является сложной задачей. В столице Индонезии Джакарте было собрано только 70 % отходов. Механического оборудования недостаточно, и для сбора отходов в большей степени применяется ручной труд (Jiang et al., 2009). В странах с низким уровнем дохода, таких как Бангладеш и Индонезия, неформальный сектор, в котором задействованы мусорщики, играет основную роль в переработке отходов. Например, в Индонезии сокращению отходов от 1 до 10 % от общего объема способствует сбор мусорщиками использованной бумаги, которая становится сырьем для целлюлозно-бумажной промышленности (Mangkoediharjo et al., 2007).

**Транспортирование.** В развивающихся странах, например в Индонезии, основной проблемой является ограниченное применение специализированных транспортных средств, нехватка средств для передачи отходов и в целом низкое качество услуг по сбору и транспортировке (Vidanaarachchi, Yuen, Pilaritiya, 2006). Другими трудностями при транспортировке отходов являются старение транспортных средств и состояние улиц, слабость организационных структур и методов сбора.

**Обработка и утилизация (обезвреживание) отходов.** Одним из перспективных способов обработки твердых отходов в развивающихся странах Азии могло бы стать компостирование, т. к. большая часть отходов в этих странах состоит из разлагаемой органики. При этом способе процесс разложения органических материалов ускоряется под действием микроорганизмов. К ограничениям, связанным с компостированием, относятся высокие затраты на эксплуатацию и техническое обслуживание оборудования, неполное разделение не компостируемых материалов (Agamutu, Fauzia, Khidzir, Aiza, 2007). Кроме того, на внедрение компостирования также влияет более высокая стоимость компоста по сравнению с коммерческими удобрениями. По-

этому компостирование применяется в Индии всего на 10—12%, а в других странах, таких как Непал, Пакистан, Бангладеш и Шри-Ланка, — менее чем на 10 % (Kajuria, Yamamoto, Morioka, 2010).

Компостирование позволяет сократить более чем на 50 % количество отходов на месте. В большинстве развивающихся стран компостирование происходит на уровне домашних хозяйств, а не на муниципальном уровне. Например, в Дакке (Бангладеш) компостирование было более успешным на небольших заводах, чем на крупных. Основными причинами стали эффективность затрат на эксплуатацию и техническое обслуживание, хорошая сортировка отходов и успешный маркетинг (Zerbok, 2003). Компостирование в децентрализованной системе может окупить затраты и принести прибыль. Вклад людей в компостирование повышает осведомленность и снижает эксплуатационные расходы (Viswanathan, Glow, 2006).

Некоторые страны Азии пытаются превратить отходы производства и потребления в энергию. Индия, Филиппины и Таиланд преобразовывают отходы в энергию. В Западном Пакистане (Индия) применен процесс анаэробного сбраживания для получения газообразного метана из ТКО. Пилотная установка мощностью 150 т/сут для муниципальных нужд производила 14 тыс. м<sup>3</sup> биогаза с содержанием метана 55—65 %, что было эквивалентно 1,2 МВт. Почти аналогично в Таиланде резервуары для анаэробного сбраживания эксплуатировались в трех областях. Емкости для анаэробного сбраживания имеют производительность от 10 до 300 т ТБО в сутки и вырабатывают электроэнергию от 625 кВт до 2,5 МВт (Unnikrishnan, Singh, 2010).

**Захоронение отходов.** В бедных странах Азии открытое захоронение на организованных и стихийных свалках является преимущественно окончательным способом утилизации отходов, сжигание составляет 2—5 % и компостирование — менее 15 % (Sembiring, Nitiwattananon, 2010). В Малайзии количество отходов, собранных для окончательной утилизации, составляло около 70 %, тогда как 20—30% было выброшено на несанкционированные свалки или в реки (Ngoc, Schnitzer, 2009). В Индонезии количество вывезенных на свалку отходов составило 69 %, захороненных — 9,6 %, компостированных — 7,15 %, сожженных — 4,8 %, сброшенных в реку — 2,9 % и прочих — 6,55% (Meidiana, Gamse, 2010). В Южной провинции (Шри-Ланка) также проведена окончательная утилизация на открытых свалках (Vidanaarachchi, Yuen, Pilapitiya, 2006).

Свалка как место окончательного захоронения отходов потенциально может привести к выбросу ПГ, которые способствуют изменению климата, являются еще одной экологической проблемой, с которой необходимо бороться. Полигон Асувэй, расположенный в Пекине, был самой ранней и крупнейшей свалкой для улавливания ПГ. Его производительность составляла 2000 т/сут. В настоящее время свалочный газ используется для выработки электроэнергии (Roy, Jung-soo, 2009).

Развитые страны захоронению предпочитают мусоропереработку и мусоросжигание. В Японии захоронению подлежат всего 5 % бытового мусора, 20 % перерабатывается, остальное сжигается. Такой подход обусловлен острой нехваткой территорий под полигоны и наличием высокотехнологичных мусоросжигательных заводов, расположенных прямо в густонаселенных районах городов. При сжигании отходов методом плазменной газификации при

эффективной системе очистки газов практически не образуется токсичных веществ, выбрасываемых в атмосферу, к тому же такие заводы являются поставщиком тепловой энергии. В Китае также основная ставка делается на мусоросжигательные заводы, доля сжигаемого мусора уже близка к 50 %.

### Заключение

Азия сильно различается между своими регионами и внутри них в отношении воспроизводства населения, его этнических групп, культур, окружающей среды, экономики, государственных систем.

Постоянный рост отходов в сочетании с высокой степенью их смешивания привел к тому, что азиатские страны столкнулись необходимостью активного подхода к обращению с отходами. В развивающихся странах Азии низкий уровень осведомленности общественности ухудшает экологические и экономические показатели в сфере обращения с отходами. Использование экономических или моральных стимулов дает больший эффект по сравнению с использованием только административных мер. Перспективными являются социальные и технические подходы. Первые меняют общественное поведение, улучшая сообщество посредством обучения и поощряя партнерские отношения с децентрализованными системами управления отходами. Эффективной стратегией является сокращение объема образования твердых отходов, за счет чего произойдет и уменьшение потребностей в средствах их сбора и транспортировки. Вторые ориентированы на сокращение количества биоразлагаемых отходов у источника, преобразование отходов в энергию и использование простых технологий. Сложность решения проблем утилизации отходов объясняется необходимостью применения капиталоемкого оборудования.

Постепенное истощение природных источников сырья актуализирует более рациональное использование всех видов промышленных и бытовых отходов. Развитые страны успешно решают задачи обеспечения максимально возможной эффективности и безвредности технологических процессов переработки и утилизации отходов. Наиболее перспективными стратегиями в области контроля за отходами в развитых странах являются воспитание населения в духе разумного потребления, раздельный сбор, регламентация транспортировки отходов, рециклирование отходов и вторичное использование материалов, оптимизация конечной обработки отходов, мероприятия по реабилитации окружающей среды.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

*Даллакян К. С., Мирзоева Л. Ш.* Общество массового потребления и мусорная цивилизация — синонимичные понятия? // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. 2015. № 11. С. 67—70.

*Чернышов Е.* Мир в 2050 году сквозь призму демографии. Часть 3. Азия и Африка. Информационное агентство «Накануне.RU», 10.01.2020. URL: <https://www.nakanune.ru/articles/115751/?ysclid=m1m9tiqprq736607673> (дата обращения: 24.07.2024).

*Agamutu P., Fauzia S. H., Khidzir K. M., Aiza A. N.* Sustainable waste management — Asian perspectives // International Conference on Sustainable Solid Waste Management. Chennai, India. 2007. P. 15—26.

*Alamgir M., Ahsan A.* Characteristics of solid waste and nutrient content in organic matter in Bangladesh // *Electronic Journal of Environmental Chemistry, Agriculture and Food Products*. 2007. № 6 (4). Pp. 45—56.

*Chenaya S., Agamutu P., Takeda E.* Multicriteria modeling of solid waste recycling in Subang Jaya // *Malaysian Journal of Science*. 2007. № 26 (1). Pp. 1—16.

*Contreras J. F., Ishii S., Keisuke H.* Driving forces in current and future municipal solid waste management systems: examples from Yokohama and Boston // *The Annual Congress of the International Solid Waste Association*. 2006. № 1B “Green” (Driving Forces of Strategies). Pp. 9—10.

*Jiang J., Lou Z., Ng S., Luobu C., Ji D.* The current municipal solid waste management situation in Tibet // *Waste Manag.* 2009. Vol. 29. No. 3. Pp. 1186—1191. DOI: 10.1016/j.wasman.2008.06.044

*Joseph K.* Stakeholder participation in sustainable waste management // *Habitat International*. 2006. No. 30. Pp. 863—871.

*Kajuria A., Yamamoto Ya., Morioka T.* Assessment of solid waste generation and landfill area in developing Asian countries // *Journal of Environmental Biology*. 2010. Vol. 31. No. 5. Pp. 649—654.

*Lu H. F., Nair J.* The impact of waste disposal and composting on greenhouse gas emissions — an overview // *Bioresource Technology*. 2009. Vol. 100. No. 16. Pp. 3792—3798. DOI: 10.1016/j.biortech.2008.12.006

*Mangkoediharjo S., Pamungkas A. P., Ramadan A. F., Saputro A. J., Putri D. V., Khir I., Soleh M.* Priority improvement of solid waste management practices in Java // *Journal of Applied Science in Environmental Sanitation*. 2007. Vol. 2. No. 1. Pp. 29—34.

*Mbuligwe S. E., Kassenga G. R., Kaseva M. E., Chaggu E. J.* The potential and limitations of solid waste composting in developing countries: results of a pilot study in Dar es Salaam, Tanzania // *Resources, Conservation and Recycling*. 2002. Vol. 36. No. 1. Pp. 45—59. DOI:10.1016/S0921-3449(02)00009-5

*Meidiana K., Gamse T.* The development of waste management practices in Indonesia // *European Journal of Scientific Research*. 2010. Vol. 40. No. 2. Pp. 199—210.

*Moghadam M. R. A., Mokhtarani N., Mokhtarani B.* Country report: Solid waste management in Rasht, Iran // *Waste Management*. 2009. Vol. 29. No. 1. Pp. 485—489. DOI: 10.1016/j.wasman.2008.02.029

*Ngoc U. N., Schnitzer H.* Sustainable solutions for solid waste management in South-east Asian countries // *Waste Management*. 2009. Vol. 29. No. 6. Pp. 1982—1995. DOI: 10.1016/j.wasman.2008.08.031

*Pasang H., Moore G. A., Sitorus A.* Waste Management in the Neighborhood: Solving solid waste problems in Jakarta, Indonesia // *Waste Management*. 2007. Vol. 27. No. 2. Pp. 1924—1938. DOI: 10.1016/j.wasman.2006.09.010

*Roy S. K., Jung-soo Yu.* Finding solutions and policies for urban waste management: Waste to energy conversion and life support System in Payatas, Metro Manila, Philippines // *Appendix to the Journal of Environmental Sciences*. 2009. Vol. 3. Pp. 40—43.

*Saeed M. O., Hassan M. N., Mujeebu M. A.* Assessment of municipal solid waste generation and recyclable materials potential in Kuala Lumpur, Malaysia // *Waste Management*. 2009. Vol. 29. No. 7. Pp. 2209—2213. DOI: 10.1016/j.wasman.2009.02.017

*Sembiring E., Nitiwattananon V.* Sustainable solid waste management towards an inclusive society: integration of the informal sector // *Resources, Conservation and Recycling*. 2010. Vol. 54. No. 11. Pp. 802—809. DOI: 10.1016/j.resconrec.2009.12.010

*Sharholi M., Ahmad K., Mahmud G., Trivedi R. K.* Solid Municipal solid waste management in Indian cities — A review // *Waste Management*. 2008. Vol. 28. No. 2. Pp. 459—467. DOI: 10.1016/j.wasman.2007.02.008

*Shekdar A. V.* Sustainable solid waste management: an integrated approach for Asian countries // *Waste Management*. 2009. Vol. 29. No. 4. Pp. 1438—1448. DOI: 10.1016/j.wasman.2008.08.025

*Talyan V., Dahiya R. P., Srikrishnan T. R.* The state of solid waste management in Delhi, the capital of India // *Waste Management*. 2008. Vol. 28. No. 7. Pp. 1276—1287. DOI: 10.1016/j.wasman.2007.05.017

*Trihadiningrum Y.* The potential for reducing solid waste in Surabaya, Indonesia // *Proceedings of the 4th International Symposium on Sustainable Sanitation, Bandung*. 4—6 September 2006.

*Unnikrishnan S., Singh A.* Energy recovery in solid waste management through the CDM in India and other countries // *Resources, Conservation and Recycling*. 2010. Vol. 54. No. 10. Pp. 630—640. DOI: 10.1016/j.resconrec.2009.11.003

*Vidanaarachchi K. K., Yuen S. T. S., Pilapitiya S.* Country report: Solid waste management in the Southern Province of Sri Lanka: challenges, assignments and challenges // *Waste Management*. 2006. Vol. 26. No. 8. Pp. 20—30. DOI: 10.1016/j.wasman.2005.09.013

*Viswanathan K., Glow W.* Solid waste management in South Asian countries: a comparative analysis // *Presented at the 3R Expert Seminar on South Asia*. Kathmandu, Nepal. August 30 — September 1. 2006. Pp. 19—36.

*Wilson D. C.* The driving forces of waste management development // *The Annual Congress of the International Solid Waste Association 2006 — Session 1B “Green,, (Driving Forces of Strategies)*, 2006.

*Yong R.* Japanese approaches to environmental management: structural and institutional features // *International Review of Environmental Strategies*. 2000. Vol. 1. No. 1. Pp. 79—96.

*Zerbok O.* Urban solid waste management: reducing waste in developing countries // *School of Forest Resources and Environmental Sciences, International Master's Program at Michigan Technological University*. 2003. Vol. 5. Pp. 56—59.

Research Article

### **Alexander S. Poplevin**

Postgraduate student, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russia;  
e-mail: sanya\_poplevin@mail.ru

### **Anna Yu. Barkovskaya**

Candidate of Philosophy, Associate Professor of Philosophy, Sociology and Psychology Department, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russia;  
e-mail: anna\_bark@mail.ru

### **Valery N. Azarov**✉

Doctor of Engineering Sciences, Professor, Head of Safety and Life in Construction and Municipal Economy Department, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russia;  
e-mail: azarovpubl@mail.ru

## **ANALYSIS OF MANAGEMENT MECHANISMS OF PRODUCTION AND CONSUMPTION WASTE MANAGEMENT IN ASIAN COUNTRIES**

**Abstract.** The article is dedicated to the analysis of production and consumption waste management strategies in Asian countries and presents an overview of foreign studies in this field. The factors influencing the generation and composition of waste are identified and analysed in the context of regional specificities: demographic, social, economic, environmental, institutional. The complexity of the Asian scenario is caused by population growth, rapid industrialisation and urbanisation, as well as changes in waste composition and generation rates. The management mechanisms and technologies of waste management in Asia vary significantly depending on the level of economic and technological development of the countries, environmental standards, institutional factors determining the state regulation of this sphere and influencing positive and negative motivation in the behavioural strategies of economic agents, development of environmental awareness of the population, and range from progressive to very conservative. The characteristics of collection, transport, treatment and utilisation processes (open burial, composting, incineration) in developed and developing Asian countries are considered.

**Key words:** production and consumption waste, waste composition, Asian countries, technical and social approaches to waste management, landfill, composting, incineration.

**For citation:** Poplevin A. S., Barkovskaya A. Yu., Azarov V. N. (2024) Analysis of management mechanisms of production and consumption waste management in Asian countries. *Sotsiologiya Goroda* [Urban Sociology], no. 3, pp. 61—76 (in Russian). DOI: 10.35211/19943520\_2024\_3\_61

## REFERENCES

- Agamutu P., Fauzia S. H., Khidzir K. M., Aiza A. N. (2007) Sustainable waste management - Asian perspectives. *International Conference on Sustainable Solid Waste Management. Chennai, India*. Pp. 15—26.
- Alamgir M., Ahsan A. (2007) Characteristics of solid waste and nutrient content in organic matter in Bangladesh. *Electronic Journal of Environmental Chemistry, Agriculture and Food Products*, vol. 6, pp. 45—56.
- Chenaya S., Agamutu P., Takeda E. (2007) Multicriteria modeling of solid waste recycling in Subang Jaya. *Malaysian Journal of Science*, vol. 26, pp. 1—16.
- Chernyshov E. The World in 2050 through the Prism of Demography. Part 3. Asia and Africa. Information agency “Nakanune.RU”, 10.01.2020. URL: <https://www.nakanune.ru/articles/115751/?ysclid=m1m9tiqprq736607673> (accessed: 24.07.2024).
- Contreras J. F., Ishii S., Keisuke H. (2006) Driving forces in current and future municipal solid waste management systems: examples from Yokohama and Boston. *The Annual Congress of the International Solid Waste Association. № 1B "Green" (Driving Forces of Strategies)*. Pp. 9—10.
- Dalakian K. S., Mirzoyeva L. Sh. (2015) Society of mass production and garbage civilization – synonymous concepts? *Gumanitarnye, sotsial'no-ekonomicheskie i obshchestvennyye nauki* [Humanities, socio-economic and social sciences], no. 11, pp. 67—70 (in Russian).
- Jiang J., Lou Z., Ng S., Luobu C., Ji D. The current municipal solid waste management situation in Tibet // *Waste Manag.* 2009. Vol. 29. No. 3. Pp. 1186—1191. DOI: 10.1016/j.wasman.2008.06.044
- Joseph K. (2006) Stakeholder participation in sustainable waste management. *Habitat International*, no. 30, pp. 863—871.

Kajuria A., Yamamoto Ya., Morioka T. (2010) Assessment of solid waste generation and landfill area in developing Asian countries. *Journal of Environmental Biology*, vol. 31, no. 5, pp. 649—654.

Lu H. F., Nair J. (2009) The impact of waste disposal and composting on greenhouse gas emissions — an overview. *Bioresource Technology*, vol. 100, no. 19, pp. 3792—3798. DOI: 10.1016/j.biortech.2008.12.006

Mangkoediharjo S., Pamungkas A. P., Ramadan A. F., Saputro A. J., Putri D. V., Khir I., Soleh M. (2007) Priority improvement of solid waste management practices in Java. *Journal of Applied Science in Environmental Sanitation*, vol. 2, no. 1, pp. 29—34.

Mbuligwe S. E., Kassenga G. R., Kaseva M. E., Chaggu E. J. (2002) The potential and limitations of solid waste composting in developing countries: results of a pilot study in Dar es Salaam, Tanzania. *Resources, Conservation and Recycling*, vol. 36, no. 1, pp. 45—59. DOI: 10.1016/S0921-3449(02)00009-5

Meidiana K., Gamse T. (2010) The development of waste management practices in Indonesia. *European Journal of Scientific Research*, vol. 40, no. 2, pp. 199—210.

Moghadam M. R. A., Mokhtarani N., Mokhtarani B. (2009) Country report: Solid waste management in Rasht, Iran. *Waste Management*, vol. 29, no. 1, pp. 485—489. DOI: 10.1016/j.wasman.2008.02.029

Ngoc U. N., Schnitzer H. (2009) Sustainable solutions for solid waste management in Southeast Asian countries. *Waste Management*, vol. 29, no. 6, pp. 1982—1995. DOI: 10.1016/j.wasman.2008.08.031

Pasang H., Moore G. A., Sitorus A. (2007) Waste Management in the Neighborhood: Solving solid waste problems in Jakarta, Indonesia. *Waste Management*, vol. 27, no. 2, pp. 1924—1938. DOI: 10.1016/j.wasman.2006.09.010

Roy S. K., Jung-soo Yu. (2009) Finding solutions and policies for urban waste management: Waste to energy conversion and life support System in Payatas, Metro Manila, Philippines. *Appendix to the Journal of Environmental Sciences*, vol. 3, pp. 40—43.

Saeed M. O., Hassan M. N., Mujeebu M. A. (2009) Assessment of municipal solid waste generation and recyclable materials potential in Kuala Lumpur, Malaysia. *Waste Management*, vol. 29, no. 7, pp. 2209—2213. DOI: 10.1016/j.wasman.2009.02.017

Semiring E., Nitiwattananon V. (2010) Sustainable solid waste management towards an inclusive society: integration of the informal sector. *Resources, Conservation and Recycling*, vol. 54, no. 11, pp. 802—809. DOI: 10.1016/j.resconrec.2009.12.010

Sharholi M., Ahmad K., Mahmud G., Trivedi R. K. (2008) Solid Municipal solid waste management in Indian cities — A review. *Waste Management*, vol. 28, no. 2, pp. 459—467. DOI: 10.1016/j.wasman.2007.02.008

Shekdar A. V. (2009) Sustainable solid waste management: an integrated approach for Asian countries. *Waste Management*, vol. 29, no. 4, pp. 1438—1448. DOI: 10.1016/j.wasman.2008.08.025

Talyan V., Dahiya R. P., Srikrishnan T. R. (2008) The state of solid waste management in Delhi, the capital of India. *Waste Management*, vol. 28, no. 7, pp. 1276—1287. DOI: 10.1016/j.wasman.2007.05.017

Trihadiningrum Y. (2006) The potential for reducing solid waste in Surabaya, Indonesia. *Proceedings of the 4th International Symposium on Sustainable Sanitation, Bandung*. 4—6 September 2006.

Unnikrishnan S., Singh A. (2010) Energy recovery in solid waste management through the CDM in India and other countries. *Resources, Conservation and Recycling*, vol. 54, no. 10, pp. 630—640. DOI: 10.1016/j.resconrec.2009.11.003

Vidanaarachchi K. K., Yuen S. T. S., Pilapitiya S. (2006) Country report: Solid waste management in the Southern Province of Sri Lanka: challenges, assignments and challenges. *Waste Management*, vol. 26, no. 8, pp. 20—30. DOI: 10.1016/j.wasman.2005.09.013

Viswanathan K., Glow W. (2006) Solid waste management in South Asian countries: a comparative analysis. *Presented at the 3R Expert Seminar on South Asia. Kathmandu, Nepal*. August 30 — September 1. Pp. 19—36.

Wilson D. C. (2006) The driving forces of waste management development. *The Annual Congress of the International Solid Waste Association 2006 — Session 1B “Green., (Driving Forces of Strategies)*.

Yong R. (2000) Japanese approaches to environmental management: structural and institutional features. *International Review of Environmental Strategies*, vol. 1, no. 1, pp. 79—96.

Zerbok O. (2003) Urban solid waste management: reducing waste in developing countries. *School of Forest Resources and Environmental Sciences, International Master's Program at Michigan Technological University*, vol. 5, pp. 56—59.

*Поступила в редакцию 24.07.2024*

*Принята в печать 14.09.2024*

*Received 24.07.2024*

*Accepted for publication 14.09.2024*