

# ОТХОДЫ. МАЛООТХОДНАЯ И БЕЗОТХОДНАЯ ТЕХНОЛОГИИ

---

DOI: 10.36535/0869-1002-2021-03-2

УДК 502.174

## ПРОГРЕССИВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В СИТУАЦИИ С ОТХОДАМИ В РЯДЕ СТРАН. ОБЗОР

*К.т.н. И.И. Потанов, М.М. Захарова, Е.В. Карцева, Е.В. Древал,  
к.т.н. А.Г. Юдин*

(Всероссийский институт научной и технической информации РАН,  
ipotanov37@mail.ru)

## PROGRESSIVE TRENDS IN THE WASTE SITUATION IN SEVERAL COUNTRIES. OVERVIEW

*I.I. Potanov, M.M. Zakharova, E.V. Kartseva, E.V. Dreval, A.G. Yudin*

Необходимость сдерживать истощение природных ресурсов и изменение климата и обеспечить безопасное жизненное пространство для постоянно растущего человеческого общества стала глобальной проблемой, которая увеличивает спрос на минимизацию образования отходов и эффективное и устойчивое обращение с возникающими отходами во всемирном масштабе. Эта задача относится ко всем странам независимо от их статуса развития. Предотвращение образования отходов – верхняя ступень иерархии обращения с отходами.

Данный обзор составлен на основе отбора и изучения данных научных статей и обзоров зарубежных ученых и специалистов ряда стран мира в соответствии с выполнением планов научной деятельности ВИНТИ РАН.

**Ключевые слова:** природные ресурсы, отходы, климат, глобальные проблемы, международное сотрудничество, информационное обеспечение

Предотвращение образования отходов – верхняя ступень иерархии обращения с отходами. Эта задача относится ко всем странам независимо от их статуса развития.

Шведские специалисты опубликовали работу «**Обращение с отходами в Швеции в 2018 г.**» (Swedish Waste Management 2018, Avfall Sverige<sup>1</sup>)

---

<sup>1</sup> Шведская ассоциация по обращению с отходами, основанная в 1947 г., со штаб-квартирой в Мальмё. Ассоциация состоит почти из 400 членов.

*Значительная доля роста количества отходов приходится на крупногабаритные отходы, используемые для утилизации энергии. Количество остаточных отходов (остающихся после переработки), которые попадают в обычный мешок для мусора, уменьшилось.*

*Тенденция в ситуации с отходами за прошедший год показывает, что произошли некоторые изменения в распределении между различными видами обращения с отходами. Приблизительно треть бытовых отходов направляется на материальный рециклинг<sup>2</sup>, и здесь ситуация по сравнению с предыдущими годами по существу не изменилась. Но немного возросла утилизация энергии, и половина бытовых отходов направляется для утилизации энергии.*

*Биологическая обработка – анаэробное сбраживание и компостирование – немного уменьшилась, а биологическую обработку направляется 16% бытовых отходов.*

*Объем бытовых отходов, направляемых на полигоны, продолжает снижаться, и в настоящее время его доля упала до 0,5%. Интересный факт для сравнения состоит в том, что в ЕС в среднем на полигоны направляется до четверти бытовых отходов.*

*Данные об обращении с отходами в Швеции за 2018 г. предназначены для участников деятельности в области обращения с отходами, лиц, принимающих решения, органов власти, образовательных учреждений, средств массовой информации и всех других заинтересованных сторон. Используя текстовые данные, диаграммы и таблицы, мы описали ситуацию в области обращения с отходами в Швеции. С.*

*Мальмё, июль 2018 г., **Weine Wiqvist**,  
управляющий директор Avfall Sverige.*

## **Как работает шведская система обращения с отходами**

Предотвращение образования отходов – верхняя ступень иерархии обращения с отходами. Это является приоритетом как шведского, так и европейского законодательства по отходам.

Приоритеты в иерархии обращения с отходами таковы:

- предотвращение образования отходов;
- повторное использование;
- материальный рециклинг и биологическая обработка;
- другие виды рециклинга, например, утилизация энергии;
- размещение, например, на полигоне.

Исключения из этой иерархии могут быть необходимыми по техническим, финансовым или экологическим причинам.

Согласно определению в Шведском экологическом кодексе<sup>3</sup>, отходы – это любое вещество или предмет, которое владелец удаляет, намерен удалить или обязан удалить.

Имеются различные методы обращения с отходами<sup>4</sup>:

- материальный рециклинг;
- биологическая обработка;
- утилизация энергии;
- полигонное депонирование.

---

<sup>2</sup> Рециклинг, при котором свойства материалов, которые могут быть использованы в процессе производства, в основном сохраняются.

<sup>3</sup> Swedish Environmental Code (1998:808).

<sup>4</sup> Avfall Sverige Report 2017:23 Right item to the right treatment. Material recycling, waste incineration and the detoxification of society.

Опасные отходы можно перерабатывать с использованием одного или более из этих методов, в зависимости от их свойств. Отходы, в которых могут содержаться опасные вещества, не должны подвергаться рециклингу, а скорее должны быть выведены из экологического цикла<sup>5</sup>.

Рециклинг означает, что отходы должны в качестве замены другого материала. Подготовка к вторичному использованию также является операцией утилизации. Согласно определению, подготовка к повторному использованию означает осуществление проверки, очистки или ремонта любого предмета, который стал отходом, для того чтобы его можно было повторно использовать без дополнительной переработки.

При утилизации материалов экономятся энергия и природные ресурсы, благодаря чему снижается воздействие на окружающую среду. При биологической обработке замыкается экологический цикл и возвращаются питательные вещества в почву. В рамках биологической обработки отходы перерабатываются с помощью анаэробного сбраживания (переработка без доступа кислорода) или компостирования (переработка с доступом кислорода, которая известна как аэробная обработка). При анаэробном сбраживании производится сброженный органический осадок, а также биогаз, который можно использовать как транспортное топливо. Компост является почвоулучшителем, который можно использовать в садах, парках и для озеленения.

Утилизация энергии – метод, который идеально подходит для отходов, которые нельзя каким-либо образом подвергать рециклингу. С помощью утилизации энергии из отходов можно получать тепловую энергию для районного теплоснабжения и электроэнергию.

Полигонное депонирование – метод обращения с отходами, которые нельзя или не следует подвергать рециклингу. Полигон позволяет безопасно хранить отходы в течение длительного времени. Запрещается направление на полигон органической или горючей фракции отходов.

### **Ответственность муниципалитетов**

В рамках Шведского экологического кодекса каждый муниципалитет несет ответственность за обеспечение того, чтобы бытовые отходы<sup>6</sup>, образующиеся на территории муниципалитета, транспортировались, подвергались рециклингу или размещались. Термин бытовые отходы относится к отходам, которые поступают из домовладений, и приравненным к ним отходам из таких предприятий, как рестораны, магазины, офисы и т.д.

По закону требуется, чтобы в каждом муниципалитете имелось собственное постановление по отходам и санитарной очистке, в котором имеются план и предписания по обращению с отходами<sup>7</sup>.

Муниципалитеты могут сотрудничать и составлять общие региональные планы обращения с отходами.

---

<sup>5</sup> Экологические циклы – периодические колебания во взаимодействиях природы и общества, проходящие через схожие фазы. Они отражают воздействие, с одной стороны, природных циклов (космических, включая солнечные циклы; геологических; климатических; биологических), а с другой – циклов в развитии общества (научно-технических, экономических, социально-политических и т.д.) и характеризуют нарушение и восстановления равновесия между обществом и окружающей средой.

<sup>6</sup> Avfall Sverige Guide #4: The meaning of “household waste” as a term.

<sup>7</sup> Avfall Sverige Report 2017:01 Basis for the waste disposal regulations in the Municipal Waste Regulation Ordinance.

Муниципалитеты с возрастающими темпами работают для содействия предотвращению образования и повторному использованию отходов. У муниципалитетов также имеется обязанность информировать об обращении с отходами и о содержании планов обращения с отходами.

### **Ответственность производителей**

В Швеции введена ответственность производителей за:

- макулатуру;
- упаковку;
- отходы электротехнического и электронного оборудования (WEEE);
- шины;
- автомобили;
- источники питания;
- лекарственные препараты.

Производители несут ответственность за сбор и размещение изделий после завершения их срока службы. Это означает, что должны быть подходящие системы сбора и методы переработки для рециклинга.

Ответственность производителя также предполагает поддержку производителям в разработке продукции, которая позволяет достичь экономии ресурсов, которая легче подвергается рециклингу и не содержит веществ, вредных для окружающей среды.

В своей информации об отходах муниципалитеты также обязаны сообщать об ответственности производителей. Это делается, среди прочего, с помощью национального портала по отходам [spoog.nu](http://spoog.nu), который является результатом сотрудничества между Avfall Sverige и некоторыми другими участниками.

### **Ответственность домовладельцев**

Домовладельцы несут ответственность за разделение и размещение отходов на имеющихся пунктах сбора. Они должны также соблюдать правила муниципалитета по обращению с отходами.

### **Ответственность предприятий**

Предприятия несут ответственность за размещение не бытовых отходов и отходов, которые не охвачены ответственностью производителя.

### **Организационные структуры**

Муниципалитеты должны сами выбрать, как организовать обращение с отходами. Частью Конституции Швеции является независимость органов местного самоуправления.

Имеется несколько организационных структур:

- самоуправление;
- муниципальное предприятие, принадлежащее одному или нескольким муниципалитетам;
- объединенное управление;
- муниципальная ассоциация.

Парламент Швеции (риксдаг) принял решение ввести общую возможность для договорного сотрудничества в Законе о местном самоуправлении,

расширяя возможности для муниципалитетов организовывать и сотрудничать с другими муниципалитетами таким образом, который считается наиболее подходящим.

Сектор обращения с отходами имеет долгую историю сотрудничества между муниципалитетами. Так как сектор сталкивается со все большими потребностями, сотрудничество возрастает по масштабу и развивается и расширяется<sup>8</sup>. Сотрудничество между муниципалитетами является естественной организационной структурой, обеспечивающей наибольшее возможные экологические и социальные выгоды, экономически эффективное обращение с отходами и обеспечение необходимого профессионализма. Муниципалитеты могут также сотрудничать в плане конкретных проблем, таких как совместные закупки.

В работе *Bernard Bilteneski, Jörg Wagner, Jan Reichembach, INTECUS GmbH* **«Передовая практика обращения с муниципальными отходами» (Best Practice Municipal Waste Management)** (*Umwelt Bundesamt (ВМУ) Texte 40/2018*) представлена *Обобщенная информация о подходах к устойчивому планированию обращения с муниципальными отходами и содействующим технологиям и оборудованию (Федеральное агентство по охране окружающей среды).*

## Введение

Необходимость сдерживать истощение природных ресурсов и изменение климата и обеспечить безопасное жизненное пространство для постоянно растущего человеческого общества стала глобальной проблемой, которая увеличивает спрос на минимизацию образования отходов и эффективное и устойчивое обращение с возникающими отходами во всемирном масштабе. Эта задача относится ко всем странам независимо от их статуса развития. Поэтому многие страны сталкиваются с необходимостью инициировать процесс перехода от традиционной схемы утилизации отходов путем простого сброса или захоронения отходов в направлении постепенного внедрения замкнутой системы управления своими отходами.

Германия прошла этот процесс в течение последних десятилетий и получила очень высокое признание за свои достижения в принятии инновационных решений и внедрении современного, ориентированного на будущее обращения с отходами. В сфере обращения с отходами в стране редко происходят какие-либо технические, организационные или юридические изменения, которые в то же время не ускоряют разработку новых решений и технологий для управления отходами. Благодаря этому все участники и заинтересованные стороны, участвующие в управлении отходами, приобретают все больший опыт и способны развивать необходимые возможности, чтобы в дальнейшем противостоять растущим вызовам и требованиям, с которыми они сталкиваются, с новой политикой и правовыми нормами, которые были приняты на уровне Европейского союза. В результате этого может быть разработан и реализован широкий спектр подходящих мер и технических решений различных типов для различных типов проблем и отходов.

---

<sup>8</sup> Avfall Sverige Report 2016:24 Municipal collaboration in the waste sector – experiences and trends.

<sup>9</sup> Подразделение группы компаний INTECUS, со штаб-квартирой в Дрездене, занимающееся вопросами обращения с отходами и комплексного управления окружающей средой.

Немецкие поставщики технологий и оборудования стали лидерами таким образом, что позиция, которая до настоящего времени основана не только на очень высокой степени инноваций, надежности и эффективности введенной в действие своей продукции, но и опирается на обширный опыт, накопленный ими во время их применения на протяжении многих лет. Поставщики и пользователи различных технологий тем временем прекрасно знают требования и условия, чтобы эффективно применять определенные меры воздействия или технологии, ограничения, которые применяются, и как все это необходимо учитывать, чтобы создать эффективную и хорошо функционирующую систему обращения с отходами.

Признавая серьезные грядущие проблемы и необходимость улучшения охраны окружающей среды во многих странах мира, Германия приняла обязательство поддерживать передачу подходящих технологий в области защиты окружающей среды, а также ноу-хау и продвигать экспорт проверенных технологий в целом и технологий, и оборудования для надлежащего обращения с отходами, в частности. Важной частью этих усилий является предоставление потенциальным пользователям новейшей информации об устойчивой практике управления, достижениях, а также продуктах и услугах, которые немецкие компании способны предложить в этом отношении для сбора отходов, транспортировки, переработки материалов или полной заводской сборки. Эта обобщенная информация содержит всеобъемлющий, и тем не менее, систематический обзор подходов и методов, которые Германия успешно применила для обращения с отходами. Она дает представление о возможностях их применения в стране и за рубежом и облегчает удобный доступ к техническим деталям, ключевым фигурам и немецким техническим поставщикам, и справочным материалам.

### **Основополагающие принципы устойчивого управления ресурсами и отходами и пути их реализации**

Отходы, в том числе такие, которые токсичны и опасны по своей природе, являются неизбежным следствием сегодняшних стилей жизни и экономической деятельности. Для обеспечения экологического равновесия и адекватного качества жизни для нашего человеческого общества также в будущем более чем, когда-либо прежде необходимо будет управлять этими отходами, использовать их, насколько это возможно, для сохранения первичных ресурсов и там, где это невозможно, обеспечить безопасное удаление. Одновременно наши усилия также должны быть направлены на предотвращение образования новых отходов и, таким образом, снижение потребностей в обращении с отходами. Поэтому человеческое общество понимает серьезную проблему в сочетании с необходимостью защиты окружающей среды, при сохранении экономической независимости и обеспечении, таким образом, устойчивого развития.

Европейское сообщество играет важную роль в усилиях по охране окружающей среды и создании устойчивого развития и пытается занять ведущие позиции во многих областях и служить хорошим примером для других регионов мира. Подход, который оно приняла для этого, по существу не основан на запрете некоторых практических приемов, наносящих ущерб окружающей среде, но отражает политику, которая вытекает из идеи о том, что строгие экологические стандарты и нормы будут стимулировать инновации и создавать новые возможности для бизнеса в дополнение к предотвращению загрязнения, и что для того, чтобы это произошло, необходимо

будет связать все сферы политики, т.е. экономику, торговлю, общественную жизнь и охрану окружающей среды.

Разработка основополагающих принципов и их применение во всех политических и практических действиях является важным процессом и создает основу для разработки соответствующего законодательства. Что касается управления ресурсами и отходами, этот процесс получил яркое отражение в Планах действий по охране окружающей среды и ряде согласованных инициатив и стратегий, охватывающих различные сектора и проблемы, вызывающие озабоченность. В этих документах принцип предосторожности<sup>10</sup> и принцип “загрязнитель платит”<sup>11</sup> твердо установлены в качестве основных направлений экологической политики.

Применение этих основополагающих принципов экологической политики должно обеспечить, чтобы потребление возобновляемых и невозобновляемых ресурсов не превышало регенерационные способности природы и способности нашей планеты удовлетворять потребности будущих поколений. Наиболее важными шагами, которые должны быть проделаны, являются отделение экономического роста от потребления ресурсов и более эффективное использование имеющихся ресурсов и сокращение потерь материалов. Например, европейская цель в отношении отходов заключается в сокращении отходов, требующих окончательного захоронения, по меньшей мере на 50% до 2050 г. от уровня в конце прошлого века.

Стратегия, которая определено была разработана для поддержки этой цели, направлена также на сокращение воздействия продуктов на окружающую среду на протяжении всего их жизненного цикла, начиная с добычи сырья до момента, когда полученные продукты становятся отходами, включая их рециклинг. Таким образом, отходы больше не рассматриваются как причина загрязнения окружающей среды, но рассматриваются также как потенциальный источник необходимого сырья. При этом обращение с отходами учитывает перспективы потока веществ и управление в замкнутом цикле, основными целями которого являются защита ресурсов и устойчивые формы жизни.

Поэтому совершенно очевидно, что захоронение отходов уже не является жизнеспособным решением, и простое сжигание отходов является неудовлетворительным из-за возникающих в результате выбросов и высоко-

---

<sup>10</sup> Принцип предосторожности может быть применен в тех случаях, когда необходимы неотложные меры перед лицом возможной опасности для здоровья человека, животных или растений, или для защиты окружающей среды, когда научные данные не позволяют полностью оценить риск. Он не может использоваться в качестве предлога для протекционистских мер

<sup>11</sup> Принцип “загрязнитель платит” подразумевает, что те, кто причиняет вред окружающей среде, должны нести расходы, связанные с тем, чтобы избежать или компенсировать этот вред. Поэтому в большинстве случаев государственного финансирования экологической политики следует избегать, поскольку она должна финансироваться самими загрязнителями в той мере, насколько они могут быть определены. В некоторых случаях загрязнитель может также быть обязан осуществлять инвестиции в соответствии с установленными более высокими нормами. Производители могут также быть обязаны возвращать свои продукты после использования и заботиться об их утилизации или безопасном удалении. Дополнительные возможности заключаются в налоговой практике, которая способствует применению практики налогообложения при высоком уровне потребления ресурсов или экологически вредных продуктов посредством специальных схем. Ответственность производителя и продукта является частью принципа “загрязнитель платит”.

концентрированных загрязняющих остатков. Лучшим решением является предотвращение образования отходов, в первую очередь, а наряду с этим подготовка повторного использования товаров. Всякий раз, когда такие варианты не существуют, отходы должны быть повторно введены в производственный цикл путем утилизации их компонентов. Исходное разделение некоторых отходов или последующее разделение материалов для проведения рециклинга или дальнейшего использования имеют здесь большое значение.

Описанное ранжирование приоритетов основано на концепции, известной как иерархия обращения с отходами. Государства-члены ЕС согласовали эту концепцию и приняли ее в качестве основы для всех законодательных мер в секторе обращения с отходами в дополнение к другим основополагающим принципам, упомянутым ранее. Пятиступенчатая иерархическая структура в законодательстве ЕС об обращении с отходами требует, чтобы любая деятельность была строго ориентирована на это:

- содержание опасных веществ и образование отходов из таких продуктов должно предотвращаться в первую очередь,
  - продукты должны получить вторую жизнь, прежде чем они станут отходами,
  - те отходы, которые не годятся для повторного использования, подлежат рециклингу,
  - когда это невозможно, утилизируется энергия, которая в них содержится,
  - только то, что осталось после исчерпания всех вышеперечисленных возможностей, должно быть безопасно размещено на полигонах.
- Общая направленность, которую, следовательно, можно найти в экологической политике стран ЕС, такова:
- ограничить количество и интенсивность образования отходов;
  - отделить образование отходов от экономического роста;
  - содействовать повторному использованию, рециклингу и другим формам использования продуктов.

В соответствии с этим положением иерархия отходов не является жестким правилом, как может показаться, в частности, поскольку различные методы обращения с отходами могут иметь разные воздействия. Однако цель перехода к циркулярной экономике означает продвижение иерархии, от полигонов отходов до все более высокого уровня рециклинга. В основе передовой концепции обращения с отходами должны лежать как экологические последствия, так и жизненный цикл ресурсов.

Фундаментальные основы, сформированные европейской политикой по отходам и законодательной базой, позволяющие реализовать такую концепцию, можно проиллюстрировать на рис. 1.

Пояснения к рисунку 1: Horizontal environmental regulations (e.g. integrated pollution prevention and control) – горизонтальные (макроотраслевые) экологические регламенты (например, комплексное предотвращение и контроль загрязнения), Horizontal waste management regulations (e.g. waste framework directive) – горизонтальные регламенты по обращению с отходами (например, рамочная директива по отходам), Technology related regulations (e.g. landfill directive) – регламенты, относящиеся к технологиям (например, полигонная директива), Waste stream related regulations (e.g. packaging, WEEE, ELV) – регламенты, относящиеся к потокам отходов (например, отходы упаковки, отходы электротехнического и электронного оборудования, транспортные средства с отработанным ресурсом), Regulations for Supervision (e.g. transboundary waste shipment) – регламенты по надзору (например, трансграничные

перевозки отходов), Thematic strategy on the prevention and recycling of waste – тематическая стратегия по предотвращению образования и рециклингу отходов, Environmental Strategy and Action Programs – экологическая стратегия и планы действий

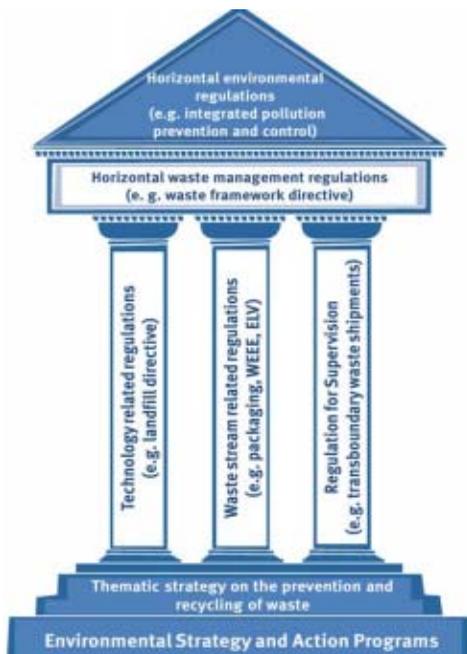


Рисунок 1. Основная структура законодательной базы ЕС в области обращения с отходами

Всеобъемлющая структура состоит из норм комплексной экологической политики, которые оказывают влияние и учитывают все сферы человеческой деятельности, а также скоординированного рамочного закона, направленного на ограничение образования и степени опасности отходов, и обеспечения безопасного, хорошо контролируемого и организованного использования отходов в целом (общая или горизонтальная система управления отходами). Дополнением к этому зданию является скоординированный набор более подробных директив, касающихся операций по переработке и удалению отходов, а также регулирования управления конкретными потоками отходов.

В рамках этого набора директив можно выделить:

- Директивы, касающиеся конкретных методов и установок, используемых для обращения с отходами (директивы, ориентированные на технологии),
  - Директивы, касающиеся некоторых приоритетных потоков отходов и материалов отходов (директивы, относящиеся к потоку отходов),
  - Директивы, касающиеся контроля и мониторинга обращения с отходами.
- (Более подробную информацию и ссылки можно найти в таблице 1)

Эти директивы определяют для государств-членов ЕС, включая Германию, законодательную базу, которая должна быть заполнена их индивидуальным соответствующим национальным законодательством и предпринимаемыми мерами. Принимая во внимание конкретные условия и цели своей страны, местные законодательные органы и органы власти могут формулировать свои собственные правила таким образом, чтобы местные потребности решались без того, чтобы европейские цели оказались под угрозой. Поэтому принципы, принятые и практикуемые европейскими государствами-членами для обращения с отходами, имеют общий смысл и могут служить в любом месте мира в качестве ориентира для достижения устойчивого развития и осуществления обращения с отходами, которые соответствует передовым методам, применяемым в других местах.

Вспомогательные документы для практической реализации и лучшего понимания норм и практики, упомянутых в европейском законодательстве, представляли собой справочники по наилучшим доступным технологиям (BREF). BREF должны служить ориентиром для улучшения экологических показателей во всем Европейском Союзе.

BREF не предписывают методы или предельные значения выбросов, но содержат ряд элементов, приводящих к тому, что считается “наилучшим доступным методом” (BAT) в общем смысле для соответствующего сектора. Определение BAT требует, чтобы методика была разработана в масштабе, который позволяет реализовать ее в секторе. Свидетельства, подтверждающие технологию как BAT, могут исходить от одного или нескольких установок, применяющих эту технологию где-либо в мире.

В данном обзоре необходимо остановиться на интересной и полезной работе **«Методические указания по проектированию города с нулевыми отходами»** (*Стратегии проектирования и разбор практических примеров для города с нулевыми отходами*) **«Zero Waste Design Guidelines»** (*Design Strategies and Case Studies for a Zero Waste City*). AIA New York<sup>12</sup>, Center for architecture<sup>13</sup>, Kiss+Catchart, Architects<sup>14</sup>, Foodprint group<sup>15</sup>, Closedloops<sup>16</sup>). При финансовой поддержке the Rockefeller Foundation<sup>17</sup>.

*Эти методические указания предназначены для обслуживающего персонала, людей, которые обращаются с материалами, которыми мы пользуемся мимолетно и выбрасываем каждый день. Без них мы были бы похоронены.*

---

<sup>12</sup> Американский институт архитектуры в Нью-Йорке, основанный в 1857 г., со штаб-квартирой в Манхэттене, основными видами деятельности которого являются превосходный дизайн, информация общественности и профессиональное развитие.

<sup>13</sup> Центр архитектуры, основанный в 2003 г., со штаб-квартирой в Манхэттене, становящийся все более важным культурным учреждением, которое периодически организует выставки по архитектуре, градостроительной деятельности, градостроительному проектированию и экологическому планированию.

<sup>14</sup> Архитектурная фирма, основанная в 1983 г., со штаб-квартирой в Бруклине, принципы работы которой основаны на инновационном применении экологических принципов к архитектуре, планированию и дизайну.

<sup>15</sup> Американская компания, со штаб-квартирой в Бруклине, работающая в секторе пищевых отходов, сотрудничающая с предприятиями в сфере общественного питания и гостиничного бизнеса.

<sup>16</sup> Центр циркулярной экономики в Нью-Йорке, основанный в 2014 г.

<sup>17</sup> Фонд Рокфеллера – американский благотворительный фонд, основанный в 1913 г. в Нью-Йорке, одна из наиболее влиятельных неправительственных организаций в мире.

## Как пользоваться методическими указаниями?

Эти методические указания возникли в результате вопроса, заданного Клэр Мифлин (Clare Miflin), архитектором из фирмы Kiss&Catchart, Architects. Председательствуя на заседании коллегиального органа Urban Green Council<sup>18</sup> по проблеме сбора органической фракции отходов, она спросила: “Что могут сделать архитекторы для поддержки сбора органической фракции отходов в зданиях, которые они проектируют?”. Участник дискуссии Кристина Грейс (Christine Grace), генеральный директор Foodprint Group, и Бретт Монс (Brett Mons), в то время старший руководитель программы из DSNY (Департамент санитарии г. Нью-Йорка), согласились с тем, что вопрос был отличный.

Признавая наличие разрыва между работами по обращению с отходами и работами по проектированию зданий, Мифлин организовала три крутых стола обсуждений с участием комитета по окружающей среде Американского института архитектуры в Нью-Йорке, с помощью его сопредседателей Пэт Сапинслей (Pat Sapinsley) и Иланой Джуда (Pana Judah). На этих крутых столах присутствовали представители DSNY вместе с Кристиной Грейс из Foodprint Group, архитекторами Джеффом Майлзом (Jeff Miles) и Элен Циммер (Elaine Zimmer), а также Джульетта Спертус (Julette Spertus) и Бен Миллер (Ben Miller) из ClosedLoops. В ходе семинаров появились дополнительные вопросы:

- Как лучше всего перемещать материалы по зданию?
- Мы должны проектировать наши здания с мусоропроводами?
- Что нужно делать с картоном?
- Как можно избежать размещения мешков с мусором на обочине?
- Где архитекторы и застройщики могут получить рекомендации по проектным требованиям и рекомендации по наилучшему обращению с отходами?

Руководства были разработаны для ответа на эти и другие вопросы, которые появлялись в течение процесса разработки. Они идут по стопам других таких междисциплинарных усилий как Методические указания по активному дизайну от 2010 г.: содействие физической активности и поддержанию здоровья при проектировании<sup>19</sup>, выступая в качестве набора практических рекомендаций и стремлений к улучшению качества жизни в урбанизированной среде – содействие физической активности населения и состоянию здоровья при проектировании.

Процесс разработки руководств включает в себя посещения более 40 строительных объектов и беседы с портье и арендодателями с тем, чтобы мы могли понять их системы зданий.

Шесть совместных семинаров включали:

- семинар консультативного совета по установлению целевых показателей
- семинар по многоквартирным жилым домам
- семинар по коммерческим и административным зданиям

---

<sup>18</sup> Нью-йоркский филиал Совета по экологическому строительству.

<sup>19</sup> Методические указания разработаны Департаментами проектирования и строительства, здравоохранения и психической гигиены, транспорта и городского планирования Нью-Йорка. Это первая публикация в городе, которая сосредоточена на роли проектировщиков в решении одной из самых серьезных проблем в области здравоохранения в настоящее время: ожирении и связанных с ним заболеваниями, включая диабет.

- семинар по сбору и городским проблемам и лекция-семинар при посредничестве Бена Миллера из ClosedLoops, с Элизабет Балкан, Джозефом Марано и Антонио Ардолино из DSNY, Клодией Херасм из Департамента городского планирования, Мишель Крэйвен из Департамента транспорта и Майком Реалом из Royal Carting<sup>20</sup>

- Круглый стол по строительству и сносу (организованный Eunomia<sup>21</sup>) при посредничестве Коула Розенгрена из WasteDive (экономический обозреватель по проблемам обращения с отходами), Иланой Джуда из FxFowle<sup>22</sup>, Наоми Купер из Coopertank<sup>23</sup>, Амандой Камински из Building Product Ecosystem<sup>24</sup> и Доминика Хогга из Eunomia

- семинар по обзору и реализации методических указаний и лекция-семинар при посредничестве Клэр Мифлин с Марком Чамберсом из MOS (управление устойчивого развития правительства Нью-Йорка), Бриджет Андерсон из DSNY, Элисон Новак из Hudson Companies<sup>25</sup>, Стефана Кнуста из Ennead Architects<sup>26</sup> и Кристины Грейс.

Процесс сопровождался также презентациями в BuildingsNY (строительные выставки с инновационными решениями, проводимые более 30 лет), the Northeast Summit for a Sustainable Built Environment<sup>27</sup>, M-SWAB<sup>28</sup>, GreenHomeNYC<sup>29</sup>, DSNY Waste Fair<sup>30</sup>, а также с участием совета директоров REBNY<sup>31</sup>.

---

<sup>20</sup> Американская компания в секторе обращения с отходами, созданная в 1955 г. в Нью-Йорке, обладающая парком мусоровозов и двумя мусороперегрузочными станциями, а с 1977 г. занимающаяся рециклингом.

<sup>21</sup> Британская консалтинговая компания в вопросах охраны окружающей среды, в том числе в вопросах рециклинга отходов, открывшая недавно филиал в Нью-Йорке.

<sup>22</sup> Американская фирма по архитектуре, планированию и дизайну интерьера основанная в 1978 г., со штаб-квартирой в Манхеттене.

<sup>23</sup> Американская фирма в секторе рециклинга отходов строительства и сноса, основанная в 1986 г., со штаб-квартирой в Бруклине.

<sup>24</sup> Американская компания, занимающаяся рециклингом строительных отходов, включая гипс, основанная в 2014 г. в Нью-Йорке.

<sup>25</sup> Американская компания, основанная в 1986 г., со штаб-квартирой в г. Хермитедж, шт. Пенсильвания, осуществляющая строительные работы зданий различного назначения.

<sup>26</sup> Нью-йоркская архитектурная фирма, основанная в 2010 г., предлагающая услуги по архитектуре, мастер-планированию, сохранению исторического наследия и дизайну интерьера.

<sup>27</sup> Проводимые раз в 2 года региональные совещания высокого уровня для северо-восточного региона США с участием широкого круга профессионалов-строителей, политиков, представителей научного сообщества и застройщиков по строительству в урбанизированной среде.

<sup>28</sup> Консультативный совет Манхеттена по обращению с твердыми отходами – волонтерское гражданское объединение, ставящее своей задачей помочь Нью-Йорку стать городом с нулевыми отходами.

<sup>29</sup> Общественная волонтерская организация, основанная в 2002 г., ставящая своей задачей содействовать созданию энергоэффективной и устойчивой урбанизированной среде, с ориентацией на экологически приемлемое развитие Нью-Йорка.

<sup>30</sup> Ежегодно проводимая в Нью-Йорке Департаментом санитарии выставка-ярмарка с демонстрацией успешных примеров сокращения количества пищевых отходов.

<sup>31</sup> Совет по недвижимости Нью-Йорка, торговая ассоциация сектора недвижимости, основанная в 1896 г.

Важнейшим событием было посещение Queens Museum<sup>32</sup> с просмотром ретроспективы работ Mierle Laderman Ukeles<sup>33</sup>, “художник в резиденции”. Ее “Манифест за искусство обслуживания” 1969 г. выделил “скрытую, но существенную роль обслуживания в западном обществе – и радикальные последствия его активной оценки, а не игнорирования или сокрытия”.

## Введение Фонда Рокфеллера

Фонд Рокфеллера стремится сократить вдвое количество продуктов питания, которые становятся отходами, количество которых достигло критического уровня. Как часть этих стремлений, Фонд поддерживает AIANY Zero Waste Design Guidelines<sup>34</sup>, которые, по мнению Фонда, помогут городам, начиная с Нью-Йорка, а вскоре и другим городам мира, жить в будущем без отходов. Хотя целью этих методических руководств является минимизация образования отходов всех типов, внимание Фонда сосредоточено на том, как такие подходы могут сыграть роль в решении мировой проблемы пищевых отходов.

В мире производится такое количество продуктов питания, которого хватило бы для всех жителей планеты, но слишком многие люди лишены возможности питаться надлежащим образом, поскольку треть продуктов питания не доходит до потребителей. Эти потери продуктов питания связаны также с бесполезной тратой ценных природных ресурсов, которые используются для их производства, таких как пресная вода и сельскохозяйственные угодья, и с выбросами парниковых газов с полигонов, где депонируются пищевые отходы. Помимо воздействий на нашу планету, семьи также теряют с трудом заработанные денежные средства: только в США средняя семья из четырех человек тратит 2000 долл. в год на продукты питания, которые они выбрасывают.

Трудно уловимые изменения в том, как здания проектируются и эксплуатируются – которые облегчают жителям изменять их собственное поведение – могут быстро добавляться и оказывать значительное влияние. Мы все играем роль в сокращении количества пищевых отходов, и новые подходы к обращению с отходами могут помочь нам выполнить эту обязанность.

Фонд выражает признательность сотрудникам Американского института архитектуры за руководство этой инновационной работой и надеется на то, что будут приложены дополнительные усилия, способствующие устойчивому образу жизни потребителей, жителей, предпринимателей и сообществ во всем мире.

*Peter Madonia (Питер Мадониа)  
Исполнительный директор Фонда Рокфеллера*

---

<sup>32</sup>Музей Квинса – художественный музей и образовательный центр, расположенный в парке Флашинг-Медоус-Корона в районе Квинс Нью-Йорка.

<sup>33</sup> Мирл Ладерман-Юкелс – художница из Нью-Йорка, известная своими феминистскими и ориентированными на обслуживание произведениями искусства, которые связывают идею процесса в концептуальном искусстве с бытовым и городским обслуживанием. По ее мнению, художник является сторонником активных мер и мобилизует людей, чтобы они действовали и руководствовались общественными ценностями и нормами.

<sup>34</sup> Методические указания Американского института архитектуры по проектированию для нулевых отходов от 2016 г., которые подчеркивают решающую роль, которую играет проектирование в достижении масштабной цели Нью-Йорка добиться того, что с 2030 г. отходы больше не будут направляться на полигоны.

## Введение Американского института архитектуры в Нью-Йорке

“Нью-Йорк, стань чистым!” – выговаривал сильным голосом Danny Aiello<sup>35</sup>. Это популярное информационное сообщение передавалось по телевидению и радио в 1970-е-80-е годы. Журиющий тон объявления напомнил мне в ту пору ребенку, который рос в городе, и другим жителям Нью-Йорка, что поддержание города в чистоте является нашей обязанностью.

Спустя годы, хотя вокруг меня может быть меньше мусора, а на перекрестках больше мусорных контейнеров, в городском пейзаже преобладают отходы: горы мешков с мусором, контейнеры для рециклинга и башни из картонных коробок. Без проходов и отсутствия стандартизованных требований к хранению отходов на площадках тротуары в Нью-Йорке становятся едва пригодными для передвижения, так как недолговечные небоскребы из мусора планомерно создаются и разрушаются.

*Методические указания для проектирования города с нулевыми отходами* указывают на то, что отходы – это конструкторские просчеты. Памятуя об этом, в данном отчете утверждается, что благодаря дизайнерскому мышлению нью-йоркские архитекторы, правительственные чиновники и граждане могут решить городскую проблему с мусором.

Институт имеет долгую историю сотрудничества с городом на основе различных рекомендаций, в которых предлагаются дизайнерские решения для улучшения городского пространства и жизни людей. Публикации Американского института архитектуры, такие как *Методические указания по старению на месте для владельцев зданий*<sup>36</sup> и *Методические указания по активному дизайну*<sup>37</sup>, которые поддерживают справедливый, благоприятный для здоровья и качественный дизайн для широкого круга жителей Нью-Йорка.

Американский институт архитектуры Нью-Йорка готов служить в качестве ведущего института для разработки *Методических указаний для проектирования города с нулевыми отходами*. В соответствии с основной задачей Института служить своим членам, проект получил развитие, когда заинтересованные архитекторы запросили Комитет по окружающей среде, как они могли бы проектировать здание, чтобы можно было более эффективно обращаться с отходами.

С тех пор проект интенсивно развивался. Три встречи по обсуждаемой проблеме, проведенные в 2015 и 2016 г., привели к преобразованию гранта Фонда Рокфеллера. Мы последовательно расширяли проект, организовав пять открытых семинаров в Центре архитектуры, которые служили для информирования о содержании и исследованиях для методических указаний. Был нанят независимый менеджер для работы с Комитетом в течение процесса и была организована бесплатная выставка с широким доступом по нулевым отходам в 2018 г. Выставка должна сопровождаться однодневным симпозиумом, вечерними лекциями-семинарами и составлением образовательной программы для школьников Нью-Йорка.

Я благодарен большой и самоотверженной группе, которая реализовала эту масштабную задачу, и я приглашаю жителей Нью-Йорка еще раз при-

---

<sup>35</sup> Дэнни Айелло, американский актер, продюсер и сценарист, а также музыкальный исполнитель.

<sup>36</sup> Старение на месте по определению Центра по контролю и профилактике заболеваний – это возможность проживать в собственном доме и сообществе безопасно, независимо и комфортабельно, независимо от возраста, уровня дохода или способностей.

<sup>37</sup> Набор принципов строительства и планирования Американского общества ландшафтных архитекторов, которые способствуют физической активности

соединиться к нам, когда мы занимаемся уборкой Нью-Йорка, на этот раз с новой целью достижения нулевых отходов.

*Benjamin Prosky (Бенджамин Проски)*, Американский институт архитектуры, исполнительный директор

## **Введение Управления устойчивого развития городской администрации Нью-Йорка**

Управление устойчивого развития городской администрации ежедневно работает над обеспечением того, чтобы город Нью-Йорк был самым устойчивым крупным городом в мире и лидером в глобальной борьбе с изменением климата. Для достижения этих целей требуется не только сотрудничество многих городских агентств, но также поддержка и содействие жителей и профессионалов всего города. Эти методические указания являются результатом напряженной работы и обязательств преданных жителей Нью-Йорка в оказании помощи городу в достижении его цели сократить количество отходов, направляемых на полигоны, до нуля к 2030 г., гарантируя, что обращение с отходами, так же как эффективность потребления энергии и воды, станет центральной темой при проектировании здания.

Лучше спланированное, более эффективное и заранее обдуманное обращение с отходами является необходимой частью усилий города по выполнению его климатических целей. Решения по проблеме обращения с отходами, однако, не только связаны с выбросами парниковых газов от самих отходов, но и с выбросами парниковых газов, связанными с транспортированием и обращением с отходами в городе, а также с последующими воздействиями упаковки, доставкой и перевозкой грузов. Для лучше спланированного, более эффективного и заранее обдуманного обращения с отходами требуется также знание целостного потенциала, который имеется для улучшения широкого спектра вопросов качества жизни, общественной безопасности, решения экологических и экономических проблем.

Управлению устойчивого развития городской администрации приятно работать с городскими агентствами, адвокатами, профессионалами в области проектирования зданий и сообществами для оказания помощи в достижении наших целей OneNYC<sup>38</sup>.

*Методические указания для проектирования города с нулевыми отходами* являются важным шагом вперед к решению некоторых взаимосвязанных и сложных проблемах обращения с отходами в нашем плотном городском ландшафте. Управление устойчивого развития городской администрации приветствует Американский институт архитектуры в Нью-Йорке, Центр архитектуры, Kiss+Catchart, Architects, Foodprint group, ClosedLoops и Фонд Рокфеллера за их руководящую роль в разработке этих инновационных методических указаний. Мы с нетерпением ждем, чтобы увидеть, как эти методические указания могут изменить представление о возможностях использования и дизайна общественного и частного пространства, и работать с жителями Нью-Йорка, чтобы воплотить эти идеи в реальность.

*Mark Chambers (Марк Чамберс)*, руководитель Управления устойчивого развития городской администрации Нью-Йорка

---

<sup>38</sup> План создания сильного и справедливого города – это инновационная попытка решить долгосрочные проблемы Нью-Йорка: прогнозируемые 9 млн. жителей к 2040 г., изменение климатических условий, развитие экономики и стареющая инфраструктура.

## Введение Департамента санитарии г. Нью-Йорка

Департамент санитарии рад участвовать в разработке Методических указаний для проектирования города с нулевыми отходами для оказания помощи в том, чтобы посмотреть по-иному на обращение с отходами для будущего Нью-Йорка.

Наше участие в этих усилиях знаменует собой отход от нормы. Традиционно DSNY и другие городские агентства не приглашались к столу, или не играли роли в последующем образовании отходов и обращении с ними. Для того чтобы к 2030 г. мы достигли цели нулевых отходов, направляемых на полигоны, ситуацию необходимо изменить.

Обращение с отходами имеет место в сложной системе, в которой каждый элемент непосредственно взаимосвязан с другими, от разделения в источнике образования до обращения и хранения в здании, размещения на улице, сбора, перевозки, транспортирования, переработки и размещения. В то время как уделялось особое внимание правилам – какие материалы следует сортировать для переработки, и как материалы перерабатываются на мусороперегрузочных станциях – необходимо уделять одинаковое внимание надлежащей инфраструктуре. Простые корректировки, делающие разделение в источнике образования более интуитивным и приятным, могут оказать значительное влияние на поведение. При использовании целостного подхода, позволяющего решать проблемы, с которыми сталкиваются жители здания, менеджеры и персонал, желающие поступать правильно, мы можем снизить экологические и экономические издержки, связанные с обращением с отходами, и оказать влияние на качество жизни на нашей общественной и личной территории.

Со стареющей инфраструктурой и значительными проектными проблемами в нашем во многом вертикальном городе, мы понимаем масштаб поставленной задачи. Мы приветствуем Американский институт архитектуры и группы, которая принимала участие в этом процессе за их готовность проводить исследование, слушать и мыслить более широко об обращении с отходами. DSNY с нетерпением ждет продолжения поддержки этих усилий вместе с другими агентствами, которые разделяют ответственность за функционирование нашего общественного и частного пространства.

*Kathryn Garcia (Катрин Гарсия),  
специальный уполномоченный Департамента санитарии*

### Как пользоваться методическими указаниями?

*Методические указания для проектирования города с нулевыми отходами* основаны на понимании того, что конструкция наших зданий и проектирование города имеют решающее значение в достижении цели нулевых отходов. Хотя местом географической направленности является Нью-Йорк, многие представленные здесь стратегии могут быть использованы другими городами. Методические указания были подготовлены как инструмент для тех, кто несет ответственность за планирование, строительство и управление нашими зданиями, улицами и кварталами.

Обращение с отходами плохо понимается и даже не рассматривается большинством проектировщиков, и руководители работ по обращению с отходами и эксперты редко привлекаются в проектирование и планирование. Результатом часто является система, полная противоречиями, в кото-

рой обслуживающий персонал готовит специальное решение, чтобы компенсировать недостатки проекта и прогнозирования. Цель методических указаний состоит в разъяснении для дизайнеров и группам по разработке роль, которую дизайнер может играть в лучшем обращении с фракциями отходов – которые выбрасываются ежедневно в наших зданиях, и тех, которые образуются при строительстве, реновации и сносе конструктивных элементов зданий. Хорошо спланированные системы сбора отходов можно рассматривать как удобство или элемент инфраструктуры, который может быть запрограммирован в наших зданиях или в общественном пространстве. Проектные решения варьируются от предложений на микроуровне системы замкнутого цикла материалов до подробностей на микроуровне формы открытия крышки контейнера на объекте для рециклинга.

В методических указаниях операции обращения с отходами распределяются по категориям в зависимости от типов конкретных зданий, и это предназначено для оказания помощи пользователям в идентификации возможностей, адекватных для их ситуации. Интерактивный Waste calculator<sup>39</sup> приблизительно определяет, какое количество отходов следует планировать для отдельного здания, в рамках различных сценариев проведения потенциальных операций. Инфографика<sup>40</sup> иллюстрирует операции обслуживания, нормативные требования Нью-Йорка и другие важные соображения в пространственном толковании. Стратегии наилучшей практики предлагают рекомендации, которые иллюстрируются разбором практических примеров из Нью-Йорка и других мест. В то время как некоторые из этих примеров наилучшей практики можно использовать в настоящее время, для других требуются политические изменения, которые рассматриваются в следующих главах.

Методическими указаниями следует пользоваться как можно раньше в процессе проектирования, в идеальном случае в течение составления программы и определения масштабов. В то время как в случае новых зданий может использоваться более широкий спектр стратегий, в случае существующих зданий можно существенно улучшить их системы. Методические указания лучше всего использовать как часть интеграционного процесса проектирования с привлечением всей группы клиентов, дизайнеров, подрядчиков – к постановке целей и разработке системы, которая в максимальной степени использует потенциал достижения целей города с нулевыми отходами.

---

Авторский коллектив *Kellow Pardini*<sup>41</sup> (*Келлоу Пардини*), *Joel J.P.C. Rodrigues*<sup>42,43</sup>, *44* (*Жоэл Родригес*), *Ousmane Diallo* (*Усман Диалло*)<sup>45</sup>, *Ashok Kuman Das*<sup>46</sup>

<sup>39</sup> Таблицы для расчета количества отходов, которые будут образовываться в определенном здании. С их помощью можно планировать меры по сокращению количества образующихся отходов, увеличению переадресации отходов от полигонов и сжигания и выбрать оборудование для уплотнения отходов для снижения требований к хранению отходов.

<sup>40</sup> Графический способ представления информации, данных и знаний, целью которого является быстро и четко преподнести сложную информацию.

<sup>41</sup> Национальный институт телекоммуникаций (INATEL), Санта-Рита-ду-Сапукай, Бразилия.

<sup>42</sup> Федеральное университет Пнау (UFPI) в г. Терезина, Бразилия.

<sup>43</sup> Институт телекоммуникаций, Ковилья, Португалия.

<sup>44</sup> Национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, Санкт-Петербург, Россия.

(Ашок Куман Дас), Victor Hugo C. de Albuquerque<sup>47</sup> (Виктор Уго Альбукерке), Sergei A. Kozlov<sup>48</sup> (Сергей Козлов) представил обзор «Интеллектуальные решения по обращению с отходами, ориентированные на граждан» (A Smart Waste Management Solutions Geared towards Citizens: Sensors (Датчики) MDPI<sup>48</sup>).

Мировая отрасль претерпевает серьезные преобразования в связи с возникновением новой парадигмы, известной как Интернет вещей (IoT), с лежащими в ее основе технологиями. Многие руководители компаний вкладывают большие усилия и денежных средств в преобразование своих услуг, чтобы извлечь выгоду из преимуществ, предоставляемых IoT. Таким образом, лица, принимающие решения в сфере обращения с бытовыми отходами, не хотят отставать, и создание эффективной системы обращения с отходами в режиме реального времени является сложной задачей.

В этом документе предлагается решение (оборудование, программное обеспечение и средства связи), которое направлено на оптимизацию обращения с отходами и вовлечение граждан в этот процесс. Система следует подходу, основанному на IoT, когда выбрасываемые отходы в умный контейнер постоянно контролируются датчиками, которые в режиме реального времени информируют об уровне заполнения каждого отсека контейнера. Эти данные хранятся и обрабатываются в промежуточном программном обеспечении IoT, которое предоставляет информацию для сбора с оптимизированными маршрутами и формируют важные статистические данные для точного мониторинга сбора отходов с точки зрения управления ресурсами и предоставляемых услуг для сообщества. Граждане могут легко получить доступ к информации об общественных мусорных контейнерах через Интернет или мобильное приложение. Создание реального прототипа умного контейнера, разработка приложения для обращения с отходами и вариант использования в реальных экспериментах для оценки, демонстрации и проверки показывают, что предлагаемая система может эффективно изменить способ обращения людей с отходами и оптимизировать использование экономических и материальных ресурсов.

## 1. Введение

Последние разработки в Интернете с его базовыми технологиями, интеллектуальными датчиками и коммуникационными технологиями обеспечивают возможность подключения машин, устройств, программного обеспечения и объектов, обменивающихся данными между ними без вмешательства человека, тем самым открывая путь для новой парадигмы, называемой Интернетом Вещей (IoT).

Одно из основных определений Интернета вещей исследователями, практиками и бизнесменами заключается в том, что IoT - это динамическая и глобальная сетевая инфраструктура, в которой интеллектуальные объекты, подсистемы, а также отдельные физические и виртуальные объекты являются идентифицируемыми, автономными и само настраиваемыми [1].

Определенные усилия и исследовательские работы были посвящены технологиям IoT, таким как технологии радиочастотной идентификации (RFID), датчики и исполнительные механизмы, технологии беспроводной

---

<sup>45</sup> Факультет информатики, университет Ассан-Сек, г. Зигиншор, Сенегал.

<sup>46</sup> Центр безопасности, теории и исследований алгоритмов, Международный институт информационных технологий, г. Хайдарабад, Индия.

<sup>47</sup> Университет Форталеза, Бразилия.

<sup>48</sup> Многопрофильный цифровой издательский институт журналов с открытым доступом, основанный в 2010 г., со штаб-квартирой в Базеле, Швейцария.

мобильной связи, встроенные системы и технологии облачных вычислений. Эти достижения позволяют технологиям Интернета вещей преодолевать разрыв между повсеместными сетевыми устройствами и технологиями, которые отслеживают и собирают информацию из наблюдений за физическим миром и предоставляют новые услуги и приложения, используемые для улучшения условий жизни людей во многих областях. Таким образом, Интернет вещей может обеспечить значительную экономию, улучшить использование городских активов, повысить эффективность процессов и повысить производительность за счет прямого связывания недорогих технологий. Некоторыми примерами этих приложений являются умные города, дома и офисы, системы логистики и распределения, здравоохранение, наблюдение и безопасность, цепочка поставок, обрабатывающая промышленность и т. д. [2–5].

В умных городах эффективное обращение с отходами является важнейшей задачей для охраны окружающей среды, которую стремится решить IoT [6]. Обращение с отходами охватывает все действия, необходимые для мониторинга отходов, образующихся в городе, с самого начала, когда они образуются у горожан, путем сбора, транспортировки и доставки их в конечное место назначения, которым может стать полигон для захоронения, установка для сжигания или переработки. Это было серьезной проблемой для городов по всему миру [7]. Таким образом, при отсутствии эффективной и действенной программы обращения с твердыми отходами, отходы, образующиеся в результате городской деятельности, как промышленной, так и в быту, могут привести к риску для здоровья и нанести вред окружающей среде [8]. Понимание того, как образуются отходы, наличие ресурсов и условий окружающей среды в данном обществе имеет важное значение для разработки соответствующей системы обращения отходами. Твердые отходы определяются как материалы, которые больше не интересуют первоначального владельца и выбрасываются. Хорошими примерами являются органические отходы (включая кухонные отходы и остатки обрезки деревьев в саду), бумага, стекло, металлы, пластмассы, ткани и дерево. Обращение с твердыми отходами связано не только с контролем за их образованием, но также и с удалением твердых отходов в соответствии с лучшими принципами здравоохранения, экономики и другими соображениями, касающимися отношения граждан к окружающей среде.

По сравнению с промышленно развитыми странами, граждане слабо развитых стран больше всего страдают от воздействия нерационально управляемых отходов. В Бразилии, например, по данным Организации Объединенных Наций (ООН), 80 тыс. т твердых бытовых отходов ежедневно удаляются ненадлежащим образом [9]. В этих странах мусор часто ненадлежащим образом сбрасывают в реки, на улицах или даже сжигают на открытом воздухе; такая практика имеет серьезные последствия для здоровья, безопасности человека и окружающей среды. Неправильное обращение с отходами может стать повышенным источником болезней и способствовать глобальному изменению климата за счет образования парниковых газов и даже способствовать насилию в городах с соответствующим ухудшением состояния городской среды. Надлежащее обращение с отходами имеет важное значение для создания устойчивых и пригодных для проживания городов, но остается проблемой для многих развивающихся стран и городов. Эффективное обращение с отходами часто обходится дорого, что ставит под угрозу муниципальные бюджеты. Для функционирования этой

важной муниципальной службы требуется комплексная система, которая будет эффективной и устойчивой [10].

В этой работе предлагается эффективная модель управления отходами в реальном времени для городов, ориентированная на горожан. Предлагаемая система включает в себя сенсорные технологии, в которых информация об отходах собирается из умного контейнера (прообраз Интернета вещей) в режиме реального времени, а затем передается через Интернет на онлайн-платформу, где граждане могут получить доступ и проверить наличие контейнеров, расставленных по всему городу. Реальный прототип умного контейнера был создан, оценен, продемонстрирован и утвержден, и он готов к использованию в реальных условиях. Основные составляющие этой статьи следующие:

- Предложение интеллектуального мусорного контейнера на основе подхода IoT и соответствующего реального прототипа.
- Интеграция умного мусорного контейнера с промежуточным программным обеспечением IoT.
- Создание нового мобильного приложения и соответствующей веб-версии, предлагающих лучшее взаимодействие с бытовыми пользователями (производителями отходов).

Остальная часть статьи организована следующим образом. В Разделе 2 представлена соответствующая работа по обращению с отходами с указанием наиболее актуальных решений, доступных в литературе. В Разделе 3 описывается предложение этого исследования (решение, направленное на оптимизацию процесса обращения с отходами), включая создание аппаратного и программного обеспечения, а также интегрированную коммуникацию. В Разделе 4 анализируются результаты исследования производительности предлагаемой системы посредством развертывания реального прототипа. Наконец, заключение и будущие работы указаны в Разделе 5.

## 2. Сопутствующие работы

В литературе представлено множество исследовательских проектов, связанных с обращением с отходами. В работе [11] представлена концепция интеллектуального размещения отходов с помощью конструкции, в которой для питания системы используется солнечная энергия, а также имеются датчики для мониторинга количества отходов, накопленных внутри контейнера. При необходимости в контейнере может осуществлено уплотнение отходов, так что их объем может быть уменьшен до 10 раз, даже до сбора. Информация об уровне заполнения отправляется по беспроводной связи на облачный сервер, где она хранится. Умный контейнер может работать как точка доступа Wi-Fi (беспроводной связи), и его легко адаптировать к любому типу контейнеров, от небольших контейнеров до больших контейнеров для мусора, таких как подземные контейнеры. В свою очередь владельцы концессии на обращение с отходами получают доступ к системе через логин и имеют доступ к анализу данных, что позволяет отслеживать уровень заполнения умных контейнеров в режиме реального времени с уведомлениями о необходимости сбора посредством информации, в которой содержатся сведения об оптимизированных маршрутах для сбора отходов. Это интеллектуальное решение помогает коммунальным предприятиям сократить парк мусоровозов, снизить расход топлива и максимально увеличить время сбора, сводя к минимуму эксплуатационные расходы (до 80%).

Стремясь улучшить работу операторов по санитарной очистке в режиме реального времени и повысить их производительность, в рамках исследовательской работы [12] предложена система Smartbin (умный контейнер), которая оценивает заполненность контейнеров для мусора. Кроме того, Smartbin использует метод циклирования рабочих процессов, чтобы снизить энергопотребление и увеличить время работы. Это решение было протестировано на открытом воздухе для проверки эксперимента, который показывает, что поставщики мусорных контейнеров могут управлять использованием мусорных контейнеров, а операторы по санитарной очистке оптимизируют свою работу.

Аналогичная работа предложена в работе [13]. Однако эта интеллектуальная система мониторинга отходов может измерять уровень отходов в режиме реального времени и предупреждать муниципалитет, когда мусорный контейнер будет заполнен, в зависимости от типа отходов. Предлагаемая система собирает данные и передает их через беспроводную ячеистую сеть и микроконтроллер Advanced RISK Machines<sup>49</sup> (ARM) для контроля системы управления, при этом все подключено к ThingSpeak<sup>50</sup>. Предлагаемая система может отображать состояние четырех различных типов отходов, таких как бытовые отходы, бумага, стекло и пластик, с помощью жидкокристаллических индикаторов и ThingSpeak в реальном времени, сохраняя данные для будущего использования и анализа, например, для прогнозирования пикового уровня заполненности мусорного контейнера.

В работе [14] уже было представлено конкретное предложение с акцентом на умный контейнер. Авторы предлагают подход, при котором мониторинг осуществляется не только внутри контейнера, но и в окружающей его среде, чтобы избежать выброса отходов за пределы контейнера. Контейнер оборудован инфракрасными датчиками, которые играют роль обнаружения выброшенных отходов из мусорного контейнера, а также измеряют уровень заполнения контейнера. Сигналы инфракрасных датчиков, обнаруживающих отходы в окружающей среде, передаются в систему сигнализации, которая срабатывает, чтобы проинформировать человека, неправильно собирающего отходы; этот сигнал тревоги заставит людей правильно утилизировать отходы. Для случаев накопления отходов вокруг контейнера в системе имеется механический подъемник, состоящий из стойки, электродвигателя, шестерни, вала шестерни и цепного шкива, которые приводятся в действие главным контроллером и собирают накопленные отходы вокруг контейнера. Группирование вращающейся механической оси вместе с поднятием позволяет создать общую зону вокруг контейнера без отходов, обеспечивая чистую, гигиеничную и здоровую среду для общества. Когда внутренний датчик определяет предельный уровень заполнения отходов,

---

<sup>49</sup> Архитектура ARM – усовершенствованная RISC-машина – система команд и семейство описаний и готовых топологий 32-битных и 64-битных микропроцессорных ядер, разрабатываемых британской компанией ARM Ltd, основанной в 1990 г., со штаб-квартирой в Кембридже. RISC – reduced instruction set computer – компьютер с набором коротких (простых, быстрых) команд – архитектура процессора, в которой быстрое действие увеличивается за счет упрощения инструкций, чтобы упростить их декодирование и сократить время выполнения.

<sup>50</sup> Облачная платформа Интернета вещей, которая позволяет собирать, отображать и анализировать потоковые данные. Эта платформа позволяет строить приложения, построенные на концепции Интернета вещей.

система автоматически отправляет сообщение в соответствующие органы, уведомляя их о необходимости сбора.

Интеллектуальная система сбора, основанная на уровне остатков, присутствующих в контейнерах, и обновленная информация о полигонах предложена в работе [15]. Система включает в себя датчики, установленные в контейнере, которые определяют уровень остатков внутри на расстоянии, измеряемом от крышки и началом складирования отходов. Для этого авторы использовали гидроакустический прибор типа HC-SR04 (ультразвуковой дальномер). Был рассмотрен процесс оптимизации батареи, который может быть достигнут за счет оптимизации скорости детектирования отходов (что может выполняться один или несколько раз в день) в сочетании с системой беспроводной передачи данных (рассматривается Wi-Fi). Это фактор, заметно влияющий на потребление энергии, который может продлить срок службы устройства. Данные, полученные с помощью датчиков, установленных в мусорном контейнере, могут быть переданы в базу данных MySQL<sup>51</sup> через Интернет, а затем пройдены через алгоритмы оптимизации для расчета наилучшего пути сбора. Связанные с подходами на основе искусственного интеллекта (ИИ), будущие уровни отходов могут быть предсказаны и должным образом связаны с информацией с полигонов, а также может быть определен более низкий маршрут захоронения. Каждый день работники системы сбора обновляют маршруты на своих навигационных устройствах, основываясь на важной функции этой системы, которая заключается в улучшении предыдущего опыта и определении не только статуса ежедневного уровня в контейнерах, но и прогнозируемого будущего состояния и другие связанные факторы, такие как заторы, засоры и место для парковки, чтобы принять парк мусоровозов в конце поездки. На основе прошлых данных о полигонах и прогнозов на будущее можно предвидеть истощение полигонов и, таким образом, планировать новые места, предполагая меньшее расстояние от центра образования отходов.

Другое предложение, основанное на решении для контейнера для мусора, представлено в работе [16]. Архитектура решения в первую очередь основана на интеллектуальном контейнере, который отвечает за обновление системы информацией об объеме, типе содержимого, присутствующего в его внутреннем пространстве, и среде, окружающей место, в котором находится контейнер. Корпус оснащен рядом датчиков, которые обеспечивают обнаружение и связь с облаком и управляются с помощью микроконтроллера, такого как Arduino Yun<sup>52</sup> или Latte Panda<sup>53</sup>, которые получают собранные данные, агрегируют данные и передают их в облако. Этот диапазон датчиков в основном состоит из датчиков положения, которые предоставляют данные о состоянии места вокруг контейнера, например, информацию об ограниченном физическом доступе для сбора из-за припаркованных транспортных средств. Есть тензодатчик, который вычисляет вес отходов, находящихся внутри контейнера, и обновляет данные для микроконтроллера. Датчик влажности используется для определения уровня

---

<sup>51</sup> Свободная реляционная система управления базами данных с открытым исходным кодом с моделью клиент-сервер.

<sup>52</sup> Программируемый контроллер на базе ATmega32U4 и Atheros AR9331 с поддержкой Wi-Fi.

<sup>53</sup> Одноплатный миникомпьютер на базе 4-ядерного процессора. Это первая отладочная плата, которая позволяет запускать полную программу операционной системы Windows 10 для персональных компьютеров и рабочих станций.

влажности содержимого внутри контейнера, когда оно не используется в течение длительного времени, и сбор может быть запущен при обнаружении влажных фрагментов, чтобы избежать утечки. Кроме того, контейнер оснащен системой GPS, которая определяет точное местоположение. Также имеется рычажный приводной ключ, который используется для обнаружения факта открытой крышки контейнера, как правило, из-за переполнения. В дополнение к этому решению, мобильное приложение используется водителями мусоровозов для определения маршрута и местоположения мусорного контейнера в рамках графика сбора, а приложение может использоваться населением для управления размещением в жилом доме; Технология QR-кода<sup>54</sup> разрешена только зарегистрированным пользователям. Модуль водителя, вставленный в приложение, обеспечивает реализацию динамической маршрутизации, непрерывно отслеживая скорость автомобиля и его местонахождение. Облако является центральным процессором этой системы, который получает данные, относящиеся к управлению, осуществляемому мусорными контейнерами. Эти данные объединяются и перемежаются с погодными условиями, загруженностью в часы пик, спортивными мероприятиями и памятными событиями, которые могут повлиять на маршрут мусоровоза. Предлагаемая система активно реагирует на оптимизацию маршрутов сбора мусора.

Работа, представленная в [17], также фокусируется на контексте обращения с отходами с помощью умных контейнеров. Представленная модель поддерживает конкретные полигоны, привязанные к каждому типу отходов, и учитывает следующие компоненты собираемых отходов: влажная/биоразлагаемая бумага; бумага/одежда/древесина; стекло/металлы; химические/медицинские и опасные отходы. В каждом контейнере есть сопряженный модуль GPS, который определяет точное местоположение контейнера, инфракрасный датчик для определения уровня заполнения контейнера, датчики газов для обнаружения вредных газов, датчик температуры и влажности и звуковой датчик для мониторинга шумового загрязнения. Все датчики управляются микроконтроллером с модулем связи LoRa<sup>55</sup>, который используется для передачи информации, полученной из умного контейнера. Устройство шлюза (межсетевое интерфейса) на базе семейства операционных систем Linux (Raspberry pi)<sup>56</sup> с модулем LoRa получает данные из интеллектуальных контейнеров и последовательно отправляет их в облако через соединение LAN<sup>57</sup>/Wi-Fi с использованием брокера сообщений MQTT<sup>58</sup> в качестве протокола уровня приложений. Облачный уровень включает хранилище данных с базой данных NoSQL<sup>59</sup>, обработку событий

---

<sup>54</sup> QR-код – код быстрого реагирования – тип матричных штрих кодов (считываемых машиной оптических меток, содержащих информацию об объекте, к которому она привязана).

<sup>55</sup> LoRa – технология беспроводной передачи данных, использующая метод модуляции радиоволн, который может осуществляться чипами-трансиверами (микросхемами приемника-передатчика) LoRa американской компании Semtech.

<sup>56</sup> Одноплатный компьютер размером с банковскую карту, выпускаемый в различных версиях.

<sup>57</sup> Локальная вычислительная сеть.

<sup>58</sup> Протокол обмена сообщений по шаблону издатель-подписчик, широко используемый для Интернета вещей.

<sup>59</sup> Базы данных, которые хорошо подходят для многих современных приложений, например, мобильных, игровых, Интернет-приложений, когда требуются гибкие

и анализ данных с предупреждениями, отправляемыми в мусоровозы для сбора, когда контейнеры полны. Эти сообщения поступают в приложение, которое определяет лучший маршрут мусоровоза для сбора мусора.

Для надлежащего обращения с отходами в городах в исследовательской работе [18] предлагается структура системы сбора и мониторинга отходов в умном городе. В этом предложении умный контейнер построен на платформе одноплатного компьютера Raspberry Pi Uno на базе микроконтроллера, которая сопряжена с модемом глобальной системы мобильной связи (GSM) и ультразвуковыми датчиками, а также тензометром, который используется для расчета веса мусорных контейнеров. Таким образом, тензометр размещается внизу мусорного контейнера, и он будет измерять вес мусорного контейнера, а ультразвуковой датчик помещается в верхней части мусорного контейнера, который будет считывать уровень отходов в этом контейнере. Компьютер Raspberry запрограммирован таким образом, что при заполнении мусорного контейнера будет отображаться оставшаяся высота от предельной высоты. Когда уровень отходов достигает предельного уровня, ультразвуковой датчик запускает модем GSM, который постоянно предупреждает соответствующего специалиста, пока отходы в мусорном контейнере не будут уплотнены.

В исследовательской работе, представленной в [19], используются облачные технологии и мониторинг на основе мобильных приложений, чтобы обеспечить новый способ реализации интегрированной системы зондирования, которая автоматизирует процесс обращения с твердыми отходами. Предлагаемый умный контейнер для мусора основан на ультразвуковых датчиках и различных датчиках газа, которые обеспечивают его функциональность по автоматическому определению различных пахучих газов и максимального ограничения количества отходов. Затем необходимая информация передается в ответственный орган. В другой исследовательской работе, представленной в [20], предлагается интеллектуальная система обращения с отходами на основе IoT, которая помогает контролировать оценку заполнения мусорных контейнеров и затем передавать информацию через Интернет на сервер для определения наиболее удаленной точки и вида обработки.

Коммерческое решение по управлению отходами, получившее название Bigbelly<sup>60</sup>, обеспечивает общественную платформу полосы отвода для интеллектуального обращения с отходами и инфраструктуры связи с главным компьютером, представленной в [21]. Контейнер был спроектирован и первоначально изготовлен в г. Нидхэм, шт. Массачусетс, энергетической компанией Seahorse Power, основанной в 2003 г. с целью снижения потребления ископаемого топлива. Компания Seahorse Power сменила название на BigBelly Solar из-за коммерческого успеха мусорного контейнера. Bigbelly является лидером в отрасли интеллектуального обращения с отходами, умного города и Интернета вещей (IoT) и признан C40 Cities Climate Leadership Group<sup>61</sup> лучшим практическим решением. Решение Bigbelly, раз-

---

масштабируемые базы данных с высокой производительностью и широкими функциональными возможностями.

<sup>60</sup> Контейнер, управляемый от солнечной панели с уплотнением отходов производства американской компании Bigbelly Solar, применяемый в общественных местах, таких как парк, пляжи, парки с аттракционами, университеты, предприятия розничной торговли, продовольственные магазины, предприятия общественного питания.

<sup>61</sup> Объединение C40, включающее 96 крупнейших городов мира, задачей которого является сокращение выбросов в атмосферный воздух.

вернутое в более чем 50 странах, призвано преобразовать операции обращения с отходами, повысить эффективность, повысить производительность и улучшить качество жизни.

Подобно ранее представленному решению, в работе [22] представлена живая платформа для обращения с коммерческими отходами под названием SmartBin<sup>62</sup>. Предлагаемая платформа представляет собой законченное решение SmartBin, использующее безопасный веб-портал, на котором датчики Интернета вещей сообщают информацию об обращении с отходами в режиме реального времени. Среди особенностей этого решения можно назвать оптимизацию маршрута за счет создания эффективных маршрутов сбора отходов только для контейнеров, требующих обслуживания; полное управление контейнерными активами; и создание умных маршрутов для планшетов или смартфонов водителей мусоровозов.

Другое коммерческое решение по управлению отходами, названное Vine<sup>63</sup>, предлагается в работе [23]. Предлагаемая система включает в себя технологии Интернета вещей и больших данных для эффективного управления коммерческими отходами. Это предложение включает такие функции, как распознавание фракций отходов; сортировка отходов (стекло, пластик, бумага, металл и др.); уплотнение отходов для уменьшения объема отходов перед сбором; контроль уровня заполнения отходов; и беспроводная связь с центральной системой обработки. Эта система поддерживает мониторинг в режиме реального времени обращения с отходами и оптимизирует логистику.

Большая часть исследовательских работ, представленных в этом литературном обзоре, посвящена обращению с твердыми отходами с упором только на систему сбора, т. е. были разработаны умные контейнеры контейнеры для мониторинга удаляемых отходов и получения информации, которая может принести пользу системе сбора за счет позиционирования и знания об используемом объеме контейнеров. Этот подход всегда направлен на оптимизацию маршрутов для сокращения времени сбора и затрат на топливо, отслеживание отходов и человеческие ресурсы. Есть также работы, которые сосредоточены на меньшем транспортном маршруте от места образования отходов до полигона. Таким образом, данные служат в качестве информации для прогнозирования исчерпания мощности полигона и поиска новых в районах вокруг региона образования отходов, всегда сохраняя короткие маршруты от сбора до захоронения на полигоне, что позволяет сосредоточить внимание на системе сбора. Конечно, предполагается, что наилучшим подходом к обращению с отходами должны быть рециклинг и повторное использование. Система, предлагаемая в данном исследовании, объединяет результаты описанных решений, предложенных в литературе. Однако, насколько известно авторам, немногие из них сосредоточены на мнении жителей, которым необходимо удалять отходы, или представлении мобильных решений, которые могут повысить удобство использования. Более того, имеющиеся решения также сместили акцент на другие аспекты, помимо обращения с отходами на основе Интернета вещей, интегрированного в простое в использовании промежуточное программное обеспечение Интернета вещей, что может внести огромный вклад.

---

<sup>62</sup> Ирландская компания, основанная в 2003 г., со штаб-квартирой в Дублине, мировой лидер в дистанционном мониторинге и системах обращения с отходами

<sup>63</sup> Умный контейнер для отходов на основе искусственного интеллекта, разработанный польским стартапом в г. Познань, Польша.

## Библиография

1. Diene, B.; Rodrigues, J.J.P.C.; Diallo, O.; Ndoeye, E.H.M.; Korotaev, V.V. Data Management Techniques for Internet of Things. *Mech. Syst. Signal Process.* **2020**, *138*, 106564. [CrossRef]
2. Al-Fuqaha, A.; Guizani, M.; Mohammadi, M.; Aledhari, M.; Ayyash, M. Internet of Things: A survey on enabling technologies, protocols, and applications. *IEEE Commun. Surv. Tutor.* **2015**, *17*, 2347–2376 [CrossRef]
3. Paula, H.T.L.; Gomes, J.B.A.; Affonso, L.F.T.; Rabêlo, R.A.L.; Rodrigues, J.J.P.C. An IoT-based Water Monitoring System for Smart Buildings. In Proceedings of the SECSN 2019 in Conjunction IEEE ICC, Shanghai, China, 20–24 May 2019.
4. Pardini, K.; Rodrigues, J.J.P.C.; Kozlov, S.A.; Kumar, N.; Furtado, V. IoT-Based Solid Waste Management Solutions: A Survey. *J. Sens. Actuator Netw.* **2019**, *8*, 5. [CrossRef]
5. Lazarescu, M.T. Design of a WSN platform for long-term environmental monitoring for IoT application. *IEEE J. Emerg. Sel. Top. Circuits Syst.* **2013**, *3*, 45–54. [CrossRef]
6. Marchiori, M. The Smart Cheap City: Efficient Waste Management on a Budget. 9th International Conference on High Performance Computing and Communications. In Proceedings of the IEEE 15<sup>th</sup> International Conference on Smart City; IEEE 3rd International Conference on Data Science and Systems (HPCC/Smart City/DSS 2017), Bangkok, Thailand, 18–20 December 2017.
7. Curry, N.; Pillay, P. Waste-to-energy solutions for the urban environment. In Proceedings of the IEEE Power and Energy Society General Meeting, Detroit, MI, USA, 24–28 July 2011; pp. 1–5.
8. Noche, B.; Rhoma, F.Á.; Chinakupt, T.; Jawale, M. Optimization model for solid waste management system network design case study. In Proceedings of the 2nd International Conference on Computer and Automation Engineering, Singapore, 26–28 February 2010.
9. Hoornweg, D.; Bhada-Tata, P. What a Waste: A Global Review of Solid Waste Management. World Bank's Urban Development Series. Available online: [https://siteresources.worldbank.org/INTURBANDEVELOPMENT/Resources/3363871334852610766/What\\_a\\_Waste2012\\_Final.pdf](https://siteresources.worldbank.org/INTURBANDEVELOPMENT/Resources/3363871334852610766/What_a_Waste2012_Final.pdf) (accessed on 17 May 2019).
10. Jain, A.; Bagherwal, R. Design and implementation of a smart solid waste monitoring and collection system. In Proceedings of the Internet of Things 8th International Conference on Computing, Communication and Networking Technologies, Delhi, India, 3–5 July 2017.
11. Saha, H.N.; Auddy, S.; Pal, S.; Kumar, S.; Pandey, S.; Singh, R.; Singh, A.K.; Banerjee, S.; Ghosh, D.; Saha, S. Waste management using Internet of Things (IoT). In Proceedings of the 8th Annual Industrial Automation and Electromechanical Engineering Conference, Bangkok, Thailand, 16–18 August 2017.
12. Foliante, F.; Sheng, Y. Low Smartbin: Smart Waste Management System. In Proceedings of the IEEE Tenth International Conference on Intelligent Sensors, Sensor Networks and Information Processing (ISSNIP 2015), Singapore, 7–9 April 2015.
13. Mustafa, M.R.; Azir, K.N.F. Smart Bin: Internet-of-Things Garbage Monitoring System. *MATEC Web Conf.* **2017**, *140*, 1–4. [CrossRef]
14. Vasagade, T.S.; Tamboli, S.S.; Shinde, A.D. Dynamic solid waste collection and management system based on sensors, elevator, and GSM. In Proceedings of the International Conference on Inventive Communication and Computational Technologies, Coimbatore, India, 20–21 April 2017.

15. Shyam, G.K.; Manvi, S.S.; Bharti, P. Smart waste management using Internet-of-Things (IoT). In Proceedings of the 2nd International Conference on Computing and Communications Technologies, Kaushambi, India, 22–24 September 2017.

16. Aleyadeh, S.; Taha, A.M. An IoT-Based Architecture for Waste Management. In Proceedings of the IEEE International Conference on Communications Workshops, Kansas City, MO, USA, 20–24 May 2018.

17. Bharadwaj, A.S.; Rego, R.; Chowdhury, A. IoT based solid waste management system: A conceptual approach with an architectural solution as a smart city application. In Proceedings of the IEEE Annual India Conference, Bangalore, India, 16–18 December 2016.

18. Chaudhari, M.S.; Patil, B.; Raut, V. IoT based Waste Collection Management System for Smart Cities: An Overview. In Proceedings of the Third IEEE International Conference on Computing Methodologies and Communication, Erode, India, 27–29 March 2019.

19. Misra, D.; Das, G.; Chakraborty, T.; Das, D. IoT-based waste management system monitored by cloud. *J. Mater. Cycles Waste Manag.* **2018**, *20*, 1574–1582. [CrossRef]

20. Srikanth, C.S.; Rayudu, T.B.; Radhika, J.; Anitha, R. Smart Waste Management using Internet-of-Things (IoT). *Int. J. Innov. Tech. Explor. Eng.* **2019**, *8*, 3–5.

21. Bigbelly Solar. Available online: <https://bigbelly.com/> (accessed on 5 April 2020).

22. Smartbin. Available online: <https://www.smartbin.com/> (accessed on 5 April 2020).

23. Bine. Available online: <http://www.bine.world/> (accessed on 5 April 2020).

### **Состояние дел с продовольствием и сельским хозяйством: Движение вперед по сокращению потерь продуктов питания и пищевых отходов (The State of Food and Agriculture Moving Forward on Food Loss and Waste Reduction)**

Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН Рим, 2019 г Food and Agriculture Organization of the United Nations 2019.

Эта программная публикация является частью серии Положения дел в мире Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО)

## **Предисловие**

*Меня ободряет то, что мир уделяет больше внимания проблеме пищевых потерь и отходов и призывает к более решительным действиям для решения этой проблемы. Растущая информированность и рост призывов к действиям коренятся в сильном негативном моральном подтексте, связанном с пищевыми потерями и отходами. Это отчасти основано на том факте, что потери продуктов питания подразумевают необязательное давление на окружающую среду и природные ресурсы, которые используются прежде всего для их производства. Это по существу означает, что земельные и водные ресурсы истощаются, загрязняются и бесполезно выбрасываются парниковые газы (ПГ). Я часто задаю себе вопрос, как мы можем позволить выбрасывать продукты питания, когда более 820 млн. чел. в мире продолжают голодать каждый день.*

*Международное внимание, уделяемое проблеме пищевых потерь и отходов, четко отражено в Повестке дня устойчивого развития до 2030 г. Конкретно, пункт 12.3 Целей устойчивого развития (ЦУР), который включен в эту Повестку, призывает к снижению в два раза глобального образования пищевых отходов на душу населения к 2030 г. на уровне розничной торговли и потребления и сократить пищевые потери в цепочке производства и сбыта, включая потери после сбора урожая. Многие страны уже прово-*

дят действия по сокращению пищевых потерь и отходов, но впереди предстоит решать значительные задачи, и мы должны активизировать усилия. Кроме того, как следует из данного отчета, усилия по выполнению Цели 12.3 ЦУР могут содействовать выполнению других целей ЦУР, в особенности достижения ликвидации голода, в соответствии с комплексным характером Повести дня до 2030 г.

Однако, поскольку мы стремимся достичь прогресса в сокращении пищевых потерь и отходов, мы сможем действительно добиться результата, если наши усилия будут основаны на четком понимании проблемы. Необходимо рассмотреть три аспекта. Во-первых, мы должны знать с максимально возможной точностью то, сколько продуктов питания теряется и сколько образуется пищевых отходов, а также где и почему. Во-вторых, мы должны четко понимать наши основные причины или цели по сокращению пищевых потерь и отходов, связано ли это с продовольственной безопасностью или окружающей средой. В-третьих, мы должны понимать, как пищевые потери и отходы, а также меры по их сокращению будут воздействовать на выполнение наших целей. В этом отчете проливается свет на эти три аспекта, для того чтобы можно было планировать более обоснованную и лучшую политику для сокращения пищевых потерь и отходов.

Что касается первого аспекта, то удивительным является тот факт, как мы в действительности мало знаем о том, сколько продуктов питания теряется и сколько образуется отходов, и где и почему это происходит. Подробная оценка, сделанная ФАО в 2011 г., дает основания предполагать, что около трети продуктов питания в мире теряется или превращается в отходы каждый год. Эта оценка все еще широко цитируется вследствие недостаточной информации в этой области, и ее можно рассматривать только, как очень грубую. Поэтому в процессе замены этой оценки двумя индексами, благодаря усилиям ФАО и ПРООН для более тщательной и более точной оценки того, сколько продуктов питания теряется в производстве или в цепочке поставок до того, как эти продукты достигнут уровня розничной торговли (с помощью Индекса потерь пищевой продукции) или впоследствии превратятся в отходы (с помощью Индекса пищевых отходов). Начальные оценки, сделанные ФАО для Индекса потерь пищевой продукции, которыми я делюсь в этом отчете, говорят нам, что во всем мире около 14% продуктов питания теряется от производства до достижения уровня розничной торговли. Оценки Индекса пищевых отходов, подготовленные ПРООН и дополняющие Индекс потерь пищевой продукции, должны дать лучшее понимание о том, сколько продуктов питания теряется или превращается в отходы в мире. Эти индексы дадут нам возможность проводить мониторинг прогресса, достигнутого в выполнении пункта 12.3 ЦУР на протяжении времени, начиная с более надежной исходной отметки.

Однако для эффективного вмешательства мы должны также знать, а каком месте цепочки поставок происходят потери и образуются отходы, и причины того, почему это происходит. Свидетельства, представленные в этом отчете, показывают, что потери и отходы имеют тенденцию быть выше для некоторых отдельных товарных групп, хотя это может происходить на всех стадиях цепочки поставок продуктов питания в разной степени. Однако, что в действительности поразило меня, это широкий диапазон процентов пищевых потерь и отходов для тех же самых товаров и на тех же самых стадиях, как в одной стране, так и между странами. Это дает основания полагать, что существует значительный потенциал для сокращения пищевых потерь и отходов, где процент потерь выше, чем в других местах. Однако это также показывает, что мы не можем говорить в общей форме о появлении пищевых потерь и отходов по всей цепочке поставок продуктов питания, но должны, наоборот, идентифицировать критические точки потерь (см. сноску 4) в определенных местах цепочки поставок как важнейший шаг для принятия соответствующих контрмер.

Что касается второго аспекта, то хотя ЦУР включают сокращение пищевых потерь и отходов как цель саму по себе, мы должны четко понимать, почему мы к этому стремимся — или какова основная цель. Отдельные субъекты, от фермеров и рыбаков вплоть до потребителей могут иметь личный интерес в сокращении пищевых потерь и

отходов для повышения своей прибыли, их личного благосостояния или их семей. Однако этот личный стимул не всегда бывает сильным, так как для сокращения пищевых потерь и отходов может потребоваться инвестиция денежных средств, которая по восприятию этих субъектов, может превысить получаемые выгоды. Могут быть также препятствия, которые помешают этим субъектам делать такие инвестиции, например, из-за кредитных ограничений или отсутствия информации о вариантах сокращения пищевых потерь и отходов. С другой стороны, здесь может быть более сильный общественный интерес в сокращении пищевых потерь и отходов, поскольку это вносит вклад в другие общественные цели. Это призывает к государственным вмешательствам в форме инвестиций или политики, которая создает стимулы для частных субъектов сокращать пищевые потери и отходы или устранять препятствия, которые мешают им делать это. Более широкие общественные цели, которые рассматриваются в этом отчете, двоякие: улучшение ситуации с продовольственной безопасностью уязвимых групп и снижение экологического следа, связанного с пищевыми потерями и отходами.

Ключевой аргумент в этом отчете, который делает связи между пищевыми потерями и отходами, с одной стороны, и продовольственной безопасностью, и воздействиями на окружающую среду, сложной и нуждается в точном понимании. Нельзя уверенно гарантировать получение положительных результатов от сокращения пищевых потерь и отходов, а воздействия будут различаться в соответствии с тем, где сокращаются пищевые потери и отходы. Именно по этой причине лица, принимающие политические решения, должны четко понимать цели, которые они хотят выполнять. Концентрация внимания на цели в самом деле будет иметь последствия для того, где может быть наиболее эффективным сокращение пищевых потерь и отходов.

Например, если цель состоит в повышении продовольственной безопасности, сокращение потерь на ферме — особенно на небольших фермах в странах с низкими доходами и с высоким уровнем продовольственной нестабильности — вероятно, будет иметь значительные положительные воздействия. Это может непосредственно улучшить продовольственную безопасность в соответствующих фермерских домохозяйствах и может также иметь положительное воздействие в данном районе, и даже за его пределами, если будет доступно больше продуктов питания. Сокращение пищевых потерь и отходов далее по цепочке поставок продуктов питания может улучшить продовольственную безопасность для потребителей, но фермеры в действительности могут оказывать под негативным воздействием, если будет снижаться спрос на их продукцию. С другой стороны, в то время как снижение количества потребляемых пищевых отходов в странах с высоким уровнем дохода и с низкими уровнями продовольственной нестабильности может оказать некоторое воздействие на местных уязвимых людей за счет инициатив по сбору и перераспределению продуктов питания, воздействие на продовольственную нестабильность в странах дальнего зарубежья с низким уровнем дохода, вероятно, будет ничтожным.

Если цели сокращения пищевых потерь и отходов по сути своей экологические, ситуация меняется. В случае ПГ они накапливаются по всей цепочке поставок продуктов питания. Поэтому сокращение отходов потребителями будет иметь наибольшее воздействие, поскольку пищевые отходы на этой стадии являются причиной значительного количества выбросов ПГ. В случае земельных и водных ресурсов экологически след будет связан главным образом со стадией первичного производства. Поэтому сокращение пищевых потерь и отходов на любой стадии цепочки поставок может содействовать снижению общего потребления земельных и водных ресурсов на глобальном уровне. Однако, если имеется намерение обратиться к проблеме скудности местных земельных и водных ресурсов, меры по сокращению пищевых потерь, вероятно, будут более эффективными, если они принимаются на уровне фермы или на тех стадиях в цепочке поставок, которые ближе к уровню фермы.

Я приглашаю вас внимательно ознакомиться с этим отчетом, так как в нем рассмотрены сложные пути, в рамках которых пищевые потери и отходы — и меры, принимаемые для их сокращения — воздействуют на продовольственную безопасность и

*окружающую среду. Отчет не претендует на то, чтобы ответить на все вопросы, так как признается важность недостатка информации, которая стоит на пути всестороннего анализа. Среди прочего, в отчете сделаны попытки выявить точно, где имеется необходимость в более углубленном понимании проблем, как с помощью большего и лучшего качества данных, так и с помощью улучшенного и расширенного анализа. Я надеюсь, что он может способствовать дебатам о том, как наиболее эффективно можно решить проблему пищевых потерь и отходов и способам, которые действительно имеют значение с точки зрения улучшения продовольственной безопасности и экологической устойчивости, в духе Повестки дня до 2030 г.*

*Цюй Дунъюй,  
Генеральный директор ФАО*

## **Методология**

Подготовка *Состояния дел с продовольствием и сельским хозяйством за 2019 г.* началась с организационного семинара, проведенного в штаб-квартире ФАО в Риме 10 сентября 2018 г., на который были приглашены члены группы внешних экспертов и специалисты ФАО. После семинара была создана консультативная группа, в которой были представители всех соответствующих технических подразделений ФАО, возглавляемая заместителем генерального Департамента сельскохозяйственного развития ФАО, для оказания помощи в процессе составления отчета. На семинаре, проведенном 17 октября 2018 г. группа исследований и составления отчета и консультативная группа обсудили основные принципы отчета. Проект первых трех глав был представлен консультативной группе 18 января 2019 г. На основе замечаний консультативной группы группа исследований и составления отчета пересмотрела отчет. Первый полный проект был представлен консультативной группе и группе внешних экспертов 1 февраля, и он обсуждался на втором семинаре, проведенном 14-15 февраля. После замечаний, полученных на этом семинаре, отчет был переработан и представлен руководящей группе Департамента сельскохозяйственного развития ФАО. Переработанный проект был направлен для комментариев другим департаментам ФАО и региональным управлениям ФАО для Африки, Азиатско-Тихоокеанского региона, Европы и Центральной Азии, Латинской Америки и стран Карибского бассейна, Ближнего Востока и Северной Америки, а также внешним рецензентам. Замечания были учтены в заключительном проекте, который был прорецензирован заместителем генерального Департамента сельскохозяйственного развития ФАО, а затем направлен в Управление Генерального директора ФАО 9 июля 2019 г. При составлении отчета группа исследований и составления отчета основывалась на информационных документах, подготовленных ФАО и внешними экспертами.

## **Краткое содержание**

### **Пищевые потери и отходы – взгляд на проблему для облегчения действий**

Сокращение пищевых потерь и отходов в широком смысле рассматривается как важный для снижения затрат на производство и повышения эффективности продовольственной системы, повышения продовольственной безопасности и улучшения питания, и это содействует экологической устойчивости. Растущее внимание к пищевым потерям и отходам отражено в Целях устойчивого развития (ЦУР). Пункт 12.3 ЦУР *призывает к снижению в*

*два раза глобального образования пищевых отходов на душу населения к 2030 г. на уровне розничной торговли и потребления и сократить пищевые потери в цепочке производства и сбыта, (включая потери после сбора урожая).* Сокращение пищевых потерь и отходов обладает также потенциалом содействия выполнению других ЦУР, включая Цель 2 ликвидации голода, которая призывает к прекращению голода, достижению продовольственной безопасности и улучшенному питанию, а также содействует устойчивому сельскому хозяйству. Ожидаемые положительные воздействия на окружающую среду от сокращения пищевых потерь и отходов должно также оказать влияние, среди прочего, на ЦУР 6 (устойчивое управление водными ресурсами), ЦУР 13 (изменение климата), ЦУР 14 (морские ресурсы), ЦУР 15 (экосистемы суши, лесоводство, биоразнообразие) и многие другие ЦУР.

В то время как сокращение пищевых потерь и отходов воспринимается как четкая и желательная цель, реальное ее выполнение – не простое дело, а полное исключение этого не может произойти в действительности. В этом отчете признается необходимость сокращения пищевых потерь и отходов, представлены новые соображения о том, что известно, и даны рекомендации в отношении того, как планировать вмешательства и политику в зависимости от целей лиц, определяющих политику, и имеющейся информации. Принятие решений в отношении конкретных действий, вмешательств или политики для сокращения пищевых потерь и отходов требует ответов на ряд вопросов: в каких местах или на каких стадиях цепочки поставок происходят пищевые потери или образуются отходы, и в каком масштабе? Как можно их сократить? Какие придется нести затраты? И, наконец, кто получит выгоду от сокращения пищевых потерь и отходов, и кто понесет потери?

Для ответа на все эти вопросы потребуется доступ к надлежащей информации.

Когда рассматриваются действия и политические варианты, в отчете утверждается, что сокращение пищевых потерь и отходов следует рассматривать, как путь достижения и других целей, в особенности повышения эффективности продовольственной системы, продовольственной безопасности и питания, и экологической устойчивости. То, как лица, принимающие решения, устанавливают приоритеты в отношении этих различных аспектов, и какая будет доступна информация о том, как пищевые потери и отходы будут воздействовать на них, будет формировать наиболее подходящую смесь вмешательств и политики для сокращения пищевых потерь и отходов.

### **Знание о том, что такое пищевые потери и отходы, и как оценить их, предшествует принятию мер**

Понятие о том, что происходит потеря продуктов питания или они становятся отходами, обманчиво простое, но на практике отсутствует общепринятое определение пищевых потерь и отходов. Различные определения часто отражают различные проблемы, на которых заинтересованные лица или аналитики концентрируют внимание, или то, что ассоциируется с пищевыми потерями и отходами. Следовательно, анализ пищевых потерь и отходов затрудняется отсутствием общего определения. ФАО работает в отношении согласования концепций, связанных с пищевыми потерями и отходами, и определения, принятые в этом отчете, являются результатом согласия, достигнутого в ходе консультаций с экспертами в этой области. В этом отчете пищевые потери и отходы понимаются, как уменьшение количества или ухудшение качества продуктов питания во всей цепочке доставки

продуктов питания. Эмпирически считается, что **пищевые потери** происходят вдоль цепочки доставки продуктов питания от сбора урожая/забой/лова до, но не включая уровня розничной торговли.

**Пищевые отходы**, с другой стороны, образуются на уровне розничной торговли и потребления. Это определение согласуется также с различием, которое подразумевается в п. 12.3 ЦУР. В данном отчете также утверждается, что, хотя могут быть экономические потери, продукты питания, переадресованные для других видов экономического использования, таких как корм для животных, не рассматриваются как количественные пищевые потери или отходы.

Пищевые потери и отходы обычно оцениваются в физическом выражении, с использованием тонн в качестве единиц учета. Хотя это полезно для оценки воздействий на окружающую среду, такая оценка не дает возможности учесть экономическую стоимость различных товаров, и может вызвать риск приписывания более высокого значения малоценным продуктам просто потому, что они тяжелее. Когда планируют вмешательство и политику для сокращения пищевых потерь и отходов, важно учитывать денежные затраты и выгоды такого сокращения. В отчете признается это с помощью принятия оценки, которая учитывает экономическую стоимость продукта.

Согласно в отношении последовательного подхода к мониторингу пункта 12.3 ЦУР является важным шагом при проведении дебатов о пищевых потерях и отходах, и должно дать рекомендации о том, где проводить вмешательство. ФАО и ПРООН предпринимают усилия для оценки прогресса, достигнутого в выполнении п. 12.3 ЦУР, с помощью двух отдельных индексов: **Индекс потерь пищевой продукции (FLI)** и **Индекс пищевых отходов (FWI)**. В этом отчете приведены первые оценки FLI, подготовленные ФАО, которые указывают, что на глобальном уровне – с точки зрения экономической стоимости – около 14% произведенной пищевой продукции теряются, начиная со стадии после сбора урожая, до, но не включая уровня розничной торговли. Для FWI, охватывающего розничную торговлю и потребление, была проведена значительная работа для подготовки методологических рамок, но первые оценки еще должны быть представлены ПРООН.

### **Вариации в уровнях пищевых потерь и отходов, имеющие место между регионами, товарами и цепочками поставок, могут стать предварительным указанием на то, где вмешиваться ...**

Для получения дальнейшего представления о местоположении и уровне пищевых потерь и отходов ФАО также сделала мета-анализ имеющихся исследований, в которых оценивали пищевые потери и отходы во всех странах мира. Он иллюстрирует, как пищевые потери и отходы варьируются по стадиям в цепочке поставки продуктов питания, а также между регионами и товарными группами. В мета-анализе найден широкий диапазон значений для процентных потерь на каждой стадии в цепочке поставки продуктов питания. Это делает упор на необходимость тщательной оценки потерь для конкретных цепочек поставки продуктов питания для конкретной идентификации того, где происходят значительные потери с тем, чтобы можно было лучше понять, где необходимо вмешательство. Вообще уровни потерь выше для фруктов и овощей, чем для злаковых и бобовых культур. Однако даже для последних значительные уровни

потерь были выявлены в странах Африки южнее Сахары и Восточной и Юго-Восточной Азии, в то время как эти потери ограничены в странах Центральной и Южной Азии. Исследования отходов на стадии потребления и ограничены странами с высоким уровнем дохода; они указывают, что уровни отходов высокие для всех типов продуктов питания, но особенно высокие для скоропортящихся продуктов питания, таких как продукты животного происхождения и фрукты и овощи.

Причины пищевых потерь и отходов широко различаются вдоль цепочки поставки продуктов питания. Важные причины потерь на ферме включают неадекватное время сбора урожая, климатические условия, практика, применяемая при сборе урожая и переработке, и проблемы при торговле продукцией. Значительные потери вызваны неадекватными условиями хранения, а также решениями, принимаемыми на ранних стадиях цепочки поставки, которые предрасположены к скоропортящимся продуктам. Адекватное хранение в холодильниках, в частности, может быть важным для предотвращения количественных и качественных потерь. В течение транспортирования надлежащая физическая инфраструктура и эффективная торговая логистика имеют особую важность для предотвращения пищевых потерь. Переработка и упаковка могут играть роль в сохранении продуктов питания, но потери могут быть вызваны неадекватным оборудованием, а также техническими неисправностями или человеческими ошибками.

Причины пищевых потерь на уровне розничной торговли связаны с ограниченными сроками хранения, необходимостью того, чтобы продукты питания соответствовали эстетическим стандартам, с точки зрения цвета, формы и размера, и изменчивостью спроса. Потребительские отходы часто являются причинами неудачной покупки и системой питания, избыточной покупкой (под влиянием чрезмерного порционирования и размера упаковки), путаницей с маркировкой (лучшая сохранность до и срок годности) или неудовлетворительным хранением дома.

**... Но это руководство, которое основано на средних значениях потерь и отходов, не может быть достаточным, так как имеются значительные вариации между регионами и товарными группами**

В мета-анализе выявлен широкий диапазон значений для процентных потерь даже в том же самом регионе или товарной группе, или в том же самом месте цепочки поставки. Например, в странах Африки южнее пустыни Сахара в ходе наблюдений за фруктами и овощами сообщали, что потери на ферме варьируются от 0 до 50%, т.е. в очень широком диапазоне. При планировании вмешательства для снижения этих потерь следует ориентироваться на верхнюю границу этого диапазона с целью оказания максимального воздействия. Еще один пример относится к потерям злаковых и бобовых культур на стадиях переработки и упаковки в странах Африки южнее пустыни Сахара, которые в среднем должны были быть низкими (медианные потери меньше 5%), но согласно данным четверти наблюдений, сообщалось о потерях от 10 до 20%. При учете только средних потерь можно не получить точную картину того, где имеет смысл вмешательства для определенной товарной группы, а также нельзя указать, где должно осуществляться потенциальное вмешательство.

Изменчивость данных наблюдений акцентирует внимание на том, что необходимо более тщательно оценивать потери для конкретных цепочек

поставки продуктов питания с целью идентификации того, где именно происходят значительные потери. Однако обследования уровня, местоположения и причин пищевых потерь и отходов сложны и дороги. В результате только 39% стран представили официальные данные ФАО на ежегодной основе в период с 1990 до 2017 г.

### **Усилия по более детальному мониторингу пищевых потерь и отходов активизировались, но информация все еще ограниченная**

Продолжаются усилия по улучшению качества данных о потерях и отходах с большими подробностями. Они должны иметь ключевое значение, так как вмешательства для сокращения пищевых потерь и отходов требуют понимания того, в каком месте цепочки продуктов питания, для какого продукта и в каких регионах или странах происходят потери и образуются отходы. Данные должны указывать, насколько велики потери и каковы основные причины их появления и движущие силы. Начиная с 2015 г., реализуется Глобальная инициатива ФАО по пищевым потерям и отходам (Save Food) в рамках конкретных исследований для идентификации критических точек потерь (см. сноску 4) в цепочке поставок продуктов питания, в которых пищевые потери имеют максимальное значение, наибольшего воздействия на продовольственную безопасность и самых значительных экономических составляющих. В этой работе охвачены различные товарные группы в странах Азии, Африки и Латинской Америки. Ее результаты указывают, что сбор урожая является наиболее часто идентифицируемой критической точкой потерь для всех типов продуктов питания, в то время как неадекватные системы хранения и ненадлежащая практика переработки были идентифицированы как основные причины потерь при хранении на ферме. Для фруктов, корнеплодов и клубневых культур критичными также являются упаковка и транспортирование. Эти результаты по критическим точкам потерь и лежащим в их основе причинам являются ценными при подготовке рекомендаций о том, где можно идентифицировать потенциальные вмешательства для сокращения пищевых потерь.

### **Даже при ограниченной информации установление правильных стимулов и преодоление ограничений будут способствовать действиям по сокращению пищевых потерь и отходов**

В этом отчете поставлена цель дать рекомендации для политики и вмешательств для сокращения пищевых потерь и отходов даже в случае имеющейся ограниченной информации. Это основано на дополнительном аргументе, исходя из **конкретного примера** сокращения пищевых потерь и отходов, когда стимулы и адекватная информация могут содействовать частному сектору сокращать пищевые потери и отходы в своих собственных интересах. Результатом может стать более высокий доход для других субъектов в обществе. Другие выгоды, которые по сути не являются финансовыми, но являются не менее важными, и представляют собой заключительный шаг в дополнительном обосновании сокращения потерь и отходов. Среди этих других выгод в отчете концентрируется внимание на: (1) повышении продовольственной безопасности и улучшении питания; (2) экологической устойчивости. Продумывая каждое обоснование для сокращения пищевых отходов и отходов, можно получить некоторое представление о том, как и где вмешиваться.

Экономическое обоснование сокращения пищевых потерь и отходов покоится на личной выгоде, которая может быть получена заинтересованными сторонами, которые снижают уровни пищевых потерь и отходов. Представление таково, что субъекты в цепочке поставки продуктов питания принимают рациональные решения, которые способствуют достижению максимальной прибыли (в случае производителей или поставщиков) или их благосостояния (в случае потребителей). Сокращение пищевых потерь и отходов обычно связано с издержками, и поставщики и потребители будут только предпринимать необходимые усилия, если они перевешиваются выгодами. В случае производителей положительные выгоды сокращения пищевых потерь и отходов от инвестиций в технологии или улучшенной практики могут быть слишком малыми по отношению к затратам на инвестиции. Для потребителей ценность их времени может быть настолько высокой для обоснования усилий для лучшего планирования покупок продуктов питания и приготовления пищи и для управления пищевыми запасами.

Экономическое обоснование обращается вокруг личных финансовых выгод и издержек. Таким образом, мотивация экономического обоснования будет связано с идентификацией вариантов, которые приводят либо к повышению чистой выгоды или предоставлению лучшей информации о существующей чистой выгоды. Любая политика, которая воздействует на цены на продукты питания или издержки, связанные с обращением с отходами, будет воздействовать также на стимулы для субъектов для сокращения пищевых потерь и отходов. Например, если цены на продукты питания искусственно поддерживаются низкими с помощью субсидий, или издержки на обращение с отходами для отдельных лиц не связаны с количеством образующихся отходов, тогда стимулы для сокращения пищевых потерь и отходов будут снижаться.

Однако обилие факторов может помешать субъектам принимать полностью обоснованные решения об уровнях пищевых потерь и отходов, приемлемые для них. В частности, операторы хозяйственной деятельности в продовольственном секторе и потребители могут не иметь адекватной информации о том, сколько у них теряется продуктов питания или образуется отходов, о вариантах, имеющихся для сокращения пищевых потерь и отходов или о выгодах, связанных с сокращением. Даже ограниченные имеющиеся данные могут быть полезными для информирования о решениях людей о пищевых потерях и отходах. Заинтересованные стороны могут также сталкиваться с ограничениями, которые мешают им или сдерживают от выполнения действий для сокращения пищевых потерь и отходов. Например, без финансовой помощи частные субъекты в развивающихся (в особенности мелкие собственники) могут оказаться не в состоянии нести высокие начальные капиталовложения, связанные с выполнением таких действий. Таким образом, отсутствие доступа к кредиту может стать препятствием для принятия мер для сокращения пищевых потерь и отходов. Улучшение доступа к кредиту может быть вариантом для сокращения пищевых потерь и отходов даже при отсутствии подробной информации о том, где происходят потери.

### **Имеется логическое обоснование для вмешательства в сокращение пищевых потерь и отходов**

Более широкий случай сокращения пищевых потерь и отходов выходит за рамки экономического обоснования для включения прибыли, которую общество получить, но которую отдельные субъекты могут не учитывать. Имеется три основных типа социальных выгод, которые обосновывают вмешатель-

ства в сокращение пищевых потерь и отходов за пределы чистого экономического обоснования, а именно: (1) повышение производительности и экономического роста, на который делается ссылка в этом отчете как на экономическое обоснование; (2) повышение продовольственной безопасности и улучшение питательности; (3) смягчение воздействий на окружающую среду пищевых потерь и отходов, в частности с точки зрения снижения выбросов ПГ, а также снижения давления на земельные и водные ресурсы. Последние две социальные выгоды, в частности, обычно рассматриваются как внешние факторы сокращения пищевых потерь и отходов. Каждая из трех получаемых социальных выгод имеет специфические характеристики, которые могут дать представление о наиболее подходящем типе вмешательства.

Первый тип выгод можно оценить в стоимостном выражении – другими словами, эти выгоды по сути экономические. Однако воздействие усилий по сокращению пищевых потерь и отходов зависит от того, как такое воздействие переводится через цепочку поставок продуктов питания; некоторые субъекты могут получить выгоды, другие могут понести потери. Следовательно, при оказании вмешательства для сокращения пищевых потерь и отходов необходимо учитывать распределение последствий.

Логическое обоснование для вмешательства правительства имеет своей целью оказать влияние на решения индивидуальных поставщиков и потребителей основано на двух факторах. Во-первых, стимул для отдельных субъектов сокращать пищевые потери и отходы – экономическое обоснование – может быть слабым и/или эти субъекты могут столкнуться с ограничениями при выполнении этого. Поэтому только экономическое обоснование для сокращения пищевых потерь и отходов не может привести к значительному снижению потерь и отходов. Во-вторых, при решении отдельных поставщиков и потребителей в отношении уровней пищевых потерь и отходов вряд ли будут учитываться негативные для общества пищевых потерь и отходов. Эти негативные внешние факторы, в особенности, воздействия на окружающую среду, потенциально большие, и являются строгим обоснованием для государственного вмешательства.

Правительства могут осуществлять вмешательство различными способами. Если отдельные поставщики или потребители не знают о величине и последствиях своих потерь, правительства могут повышать информированность о выгодах сокращения пищевых потерь и отходов и убедить их в необходимости делать это. Правительства могут также оказать влияние на бизнес-случай использования мер по сокращению пищевых потерь и отходов с помощью различных типов действий и политики. Они могут улучшить сферу общественных услуг и инфраструктуру, предоставить финансовые стимулы с помощью налогов и субсидий или введения нормативов.

Когда предпринимаются действия для сокращения пищевых потерь и отходов, тип внешних факторов –продовольственная безопасность и качество питания в отличие от воздействий на окружающую среду - будет определять, какой тип вмешательства будет самым подходящим в цепочке поставок продуктов питания, и в какой географической местности.

### **Воздействие сокращения пищевых потерь и отходов на продовольственную безопасность и качество питания зависит от того, где это происходит в цепочке поставок продуктов питания**

Пищевые потери и отходы оказывают воздействие на продовольственную безопасность и качество питания путем изменений четырех аспектов продовольственной безопасности: доступности продуктов питания, доступа,

использования и стабильности. Однако связи между сокращением пищевых потерь и отходов и продовольственной безопасностью являются сложными, а положительные результаты не всегда бывают бесспорными. Достижение приемлемых уровней продовольственной безопасности и качества питания неизбежно предполагает определенные уровни потерь и отходов. Поддержание резервных запасов для обеспечения продовольственной стабильности требует, чтобы определенное количество продуктов питания терялось или становилось отходами. В то же самое время обеспечение продовольственной безопасности связано с ликвидацией небезопасных продуктов питания, которые затем учитываются как потери или отходы, в то время как для диеты повышенного качества характерна тенденция включать в большей мере скоропортящиеся продукты питания.

Местоположение и точка в цепочке поставок продуктов питания имеет значение для воздействия сокращения пищевых потерь и отходов на продовольственную безопасность и качество питания. Как воздействия на различные аспекты продовольственной безопасности развиваются и влияют на продовольственную безопасность различных групп населения, зависят от того, в каком месте цепочки поставки продуктов питания происходит сокращение пищевых потерь и отходов, а также от того, где географически находятся уязвимые с точки зрения качества питания и продовольственной необеспеченности люди. Важно, что не каждый будет в выигрыше.

Сокращение потерь на ферме – в особенности для мелких фермеров в странах с низким уровнем дохода – может позволить фермерам улучшить свои диеты вследствие возрастающей доступности продуктов питания и получения большего дохода, если они будут продавать часть своей продукции. Это может также привести к росту поставок и снижению цен в цепочке поставок продуктов питания и в конечном итоге для потребителей. С другой стороны, если у переработчика снижаются потери, в то время как это приведет также к росту поставок и еще более низким ценам дальше по цепочке поставок и в конечном итоге для потребителей, это может привести к тому, что фермеры столкнутся с пониженным спросом на свою продукцию, и, таким образом, со снижением дохода и ухудшением ситуации с продовольственной безопасностью. Уменьшение пищевых отходов у потребителей может улучшить доступность для них продуктов питания и доступа к ним, в дополнение к возможным непосредственным бенефициарам схем перераспределения продуктов питания, но у фермеров и других субъектов в цепочке поставок ситуация может ухудшиться, так как они будут меньше продавать и/или продажа будет по более низким ценам. Также и в международных цепочках поставок продуктов питания уменьшение количества пищевых отходов у потребителей и в секторе розничной торговли в странах с высоким уровнем дохода может негативно воздействовать на бедных фермеров в странах с низким уровнем дохода, если они являются первичными поставщиками.

**... А также то, где потери происходят географически, имеет решающее значение при разработке мер вмешательства в случае продовольственной нестабильности**

Воздействие сокращения пищевых потерь и отходов будет выходить за рамки непосредственного места сокращения, так как воздействия утратятся в цепочке поставок продуктов питания – что приведет к снижению цен – в более широком смысле через экономику. Однако точное воздействие будет

зависеть от того, насколько тесно интегрированы рынки, и насколько эффективно передаются ценовые изменения. Ключевым фактором здесь является расстояние или близость к месту сокращения. Сокращение потерь на ферме на небольших фермах в странах с низким уровнем дохода может оказать сильное воздействие на местную продовольственную безопасность. С другой стороны, сокращение количества пищевых отходов у потребителей в странах с высоким уровнем дохода, как обычно ожидается, едва ли будет иметь положительное воздействие на продовольственную безопасность.

Возрастающая местная доступность продуктов питания в этом месте не означает, что эти излишки будут доступны для бедных и людей с продовольственной нестабильностью в стране дальнего зарубежья с высокими уровнями продовольственной нестабильности.

Распространенность продовольственной нестабильности может оказаться важной для определения стратегий сокращения пищевых потерь и отходов с точки зрения проблем продовольственной нестабильности в данной стране. В странах с низким уровнем дохода, в которых часто продовольственная нестабильность сильная, улучшение доступа к продуктам питания имеет решающее значение; а сам по себе доступ скорее всего будет связан с наличием. Предотвращение пищевых потерь на местном уровне в условиях мелких фермерских хозяйств может как помочь избежать недостатка продовольствия, так и повысить доход фермеров, таким образом, улучшая доступ. Если сокращения потерь будут достаточно большие, чтобы воздействовать на цены за пределами местного района, это может также оказаться выгодным в условиях продовольственной нестабильности в городах. С другой стороны, в странах с высоким уровнем дохода проблема доступа является важной для гораздо меньшей доли населения; для многих приоритетом является качество питания и диеты. Широкая кампания по снижению пищевых отходов едва ли принесет выгоду небольшой доле людей, сталкивающихся с продовольственной нестабильностью в странах с высоким уровнем дохода. Для этих стран более целенаправленные вмешательства, такие как перераспределение продуктов питания, могут содействовать доступу к продовольствию; однако исключение остающихся уровней продовольственной нестабильности будет также основано на более широком наборе средств социальной политики.

### **Сокращение пищевых потерь и отходов уменьшает воздействие на окружающую среду пищевого производства для данного уровня потребления пищи**

С экологической точки зрения, пищевое производство является более ресурсоемким и оказывает значительное воздействие на окружающую среду. Если происходят пищевые потери или образуются пищевые отходы, это связано с неудовлетворительным использованием ресурсов и негативными воздействиями на окружающую среду. Прогнозируется, что рост населения и доходов приведет к росту спроса на сельскохозяйственную продукцию на 35-50% в период с 2012 по 2050 г., что окажет еще большее давление на мировые природные ресурсы. Это подчеркивает неотложность мер по сокращению пищевых потерь и отходов. Независимо от экологической цели, сокращение пищевых потерь и отходов всегда будет приводить к повышению эффективности использования ресурсов, поскольку большее количество продовольствия будет достигать потребителя при данном уровне использо-

вания ресурсов (или наоборот, меньше ресурсов можно будет использовать для обеспечения того, чтобы данный уровень продовольствия достиг потребителей). Такое сокращение всегда приводит к сокращению выбросов ПГ на единицу потребленного продовольствия. С точки зрения роста, более здоровое население, более эффективно использующее ресурсы при снижении выбросов ПГ на единицу потребленных продуктов питания, чрезвычайно важно в устойчивом удовлетворении растущего спроса.

Однако повышение эффективности необязательно должно приводить к снижению общего количества используемых ресурсов или выбросов ПГ. Общее воздействие на окружающую среду должно быть результатом изменения цен, связанного с сокращением пищевых потерь и отходов, которое будет определять – косвенно – его воздействие на использование природных ресурсов и выбросы ПГ. Например, если дополнительные поставки будут результатом меньших потерь, и воздействием станет снижение цен на продукт, тогда потребители могут повысить спрос на продукт. Это будет уравновешивать положительный экологический эффект от повышения эффективности продовольственной системы, связанного со снижением пищевых потерь.

**Ясность в поставленных экологических целях будет иметь ключевое значение при разработке и реализации вмешательств, направленных на сокращение пищевых потерь и отходов**

Три основных типа экологических следов пищевых потерь и отходов обычно определяются количественно: выбросы ПГ (углеродный след), давление на землю (земной след) и давление на водные ресурсы (водный след). Это, в свою очередь, может воздействовать на биоразнообразие. Использование сокращения пищевых потерь и отходов как средства достижения экологических целей, предусмотренных в ЦУР, должно потребовать понимания того, в каком месте цепочки поставки продуктов питания происходят потери или образуются отходы; какие товарные группы задействованы; какие имеют место экологические следы; и каковы издержки вмешательства в сокращение потерь или отходов.

Первый фактор, который следует понимать экологически ориентированный политики, связан с выбором того, какая экологическая цель ставится, и определением товарных групп, на которых следует сосредоточиться. Эмпирические доказательства на глобальном уровне экологических следов для большинства товарных групп предполагают, что, если целью является уменьшение землепользования, основное внимание следует уделять мясу и продуктам животного происхождения, на которые приходится 60% земного следа, связанного с пищевыми потерями и отходами. Если цель связана с дефицитом водных ресурсов, самый большой вклад дают зерновые и бобовые культуры (более 70%), за которыми следуют фрукты и овощи. С точки зрения выбросов ПГ, связанных с пищевыми потерями и отходами, самый большой вклад снова дают зерновые и бобовые культуры (более 60%), за которыми следуют корнеплоды, клубневые и масличные культуры. Однако экологический след для различных товарных групп меняется также по регионам и странам, *среди прочего*, различий в урожайности сельскохозяйственных культур и способах производства (например, дождевое земледелие по сравнению с орошаемым или пастбищное содержание скота по сравнению с кормовым животноводством).

**Эффективность сокращения пищевых потерь и отходов  
для достижения желаемых экологических результатов зависит от того,  
как это воздействует на цены среди разных товарных групп,  
а также от местоположения и точки в системе поставки  
продуктов питания**

Вмешательство в сокращение пищевых потерь и отходов, если оно достаточно большое, будет воздействовать на цены в цепочке поставки продуктов питания до и после вмешательства по отношению к тому, где произошло вмешательство. Передача цен, в сочетании с местоположением реального экологического ущерба, происшедшего в цепочке поставок продуктов питания, будет определять экологический результат потенциального вмешательства для сокращения пищевых потерь и отходов. Например, экологическое воздействие может происходить главным образом в первичном производстве, как в случае земле- и водопользования. Альтернативно рост может происходить по всей цепочке поставок, как в случае выбросов ПГ. В первом случае вмешательство в любом месте цепочки поставок приведет к оздоровлению окружающей среды, так как более низкие цены передаются производителям, мотивируя их сократить объем своего производства, и соответственно использования природных ресурсов. С другой стороны, если цель состоит в снижении углеродного следа, вмешательство на стадии потребления будет иметь наибольший эффект на единицу предотвращенных потерь и отходов.

Передача ценовых изменений, вероятно, будет сильнее между поставщиками, имеющими непосредственную связь, в отличие от косвенных связей через других рыночных агентов. В этом случае вмешательство в определенном месте или ближе к месту экологического воздействия с большей вероятностью окажет положительное воздействие на окружающую среду. Это должно обеспечить, что более низкие цены будут эффективно передаваться субъектам, оказывающим негативное воздействие, и будет вынуждать их корректировать производство и использование соответствующих природных ресурсов. Если вмешательства происходят в нижних звеньях сбытовой цепочки, ценовые воздействия, вероятно, будут ослаблены и меньше к тому времени, когда они достигнут субъектов, оказывающих воздействие на окружающую среду, так что воздействие на критические области будет незначительными. Например, сокращение отходов на потребительском уровне может привести к небольшому изменению водопотребления во многих географически рассеянных местах, но необязательно там, где это больше всего необходимо. Для выбросов ПГ ситуация иная, так как углеродный след по природе своей глобальный, и географическое местоположение сниженных выбросов ПГ не играет особой роли.

В виде общего правила вмешательства, нацеленные на критические точки потерь, которые проводятся непосредственно после причинения наибольшего экологического ущерба, связанного с данной цепочкой поставок, оказывают наибольшее воздействие с точки зрения экологической устойчивости.

**Сокращение пищевых потерь и отходов следует рассматривать  
в более широком контексте, с оценкой синергизма и компромиссов**

Еще один важный вопрос связан с тем, когда вмешательства для сокращения пищевых потерь и отходов будут самым эффективным способом для достижения целей по окружающей среде и природным ресурсам. Хотя улучшения в результате сокращения пищевых потерь и отходов не являются

ограниченными, эмпирические исследования показывают, что другие типы вмешательств приводят к большему уменьшению некоторых воздействий на окружающую среду, например, улучшенное сельскохозяйственное производство, методы и изменения диеты. Однако некоторые данные показывают, что наибольшие воздействия достигаются при сочетании различных вмешательств, включая сокращение пищевых потерь и отходов. Кроме того, различные компромиссы с другими экологическими целями должны быть рассмотрены. Например, пищевые потери и отходы могут быть снижены путем возрастающего использования холодильников для хранения и упаковки; но более широкое использование холодильников может привести к росту потребления энергии, а возрастающее использование упаковки может привести к росту пластиковых отходов. В таких случаях повышенная эффективность в холодильных системах может играть роль в снижении выбросов. Что касается упаковки, то важно рассматривать всю систему упаковки с продукцией в анализах жизненного цикла для надлежащей оценки общей нагрузки на окружающую среду от принятых мер.

### **Собрать все вместе – некоторые руководящие принципы для политиков**

Данный отчет основан на поэтапном подходе, который покоится на обоснованиях для частных инвестиций и усилиях по сокращению пищевых потерь и отходов с помощью личных стимулов. Он расширяет логическое обоснование за пределы экономического обоснования, до обоснования государственного вмешательства для уменьшения некоторых препятствий, которые мешают производителям и потребителям сокращать пищевые потери и отходы, например, получение и/или обмен информацией о том, как сократить пищевые потери и отходы. Помимо этого, государственное вмешательство должно концентрироваться на предоставлении общественных благ или уменьшении негативных внешних факторов. Две фундаментальные цели лежат в основе государственной политики сокращения пищевых потерь и отходов: повышение продовольственной безопасности и качества питания, а также экологическая стабильность. В то же самое время, следует признать, что более широкая политика для содействия общему развитию сельской местности может позволить производителям в цепочке поставки делать инвестиции, которые также должны помочь сократить пищевые потери.

Работая с использованием различных логических обоснований, которые могут доказывать, как частное, так и государственное вмешательство в сокращение пищевых потерь и отходов, можно рекомендовать некоторые руководящие принципы для вмешательства. Ясность в отношении преследуемых целей важна для идентификации наиболее подходящей политики и отправных моментов для сокращения пищевых потерь, и отходов. Если внимание будет сосредоточено на экономической эффективности, привлекательным вариантом было бы дать экономическое обоснование для сокращения пищевых потерь и отходов, где бы они не появлялись в цепочке поставок или географически. Если концентрировать внимание на продовольственной безопасности, тогда предпочтение следует отдать вмешательству на ранней стадии в цепочке поставок, когда положительное воздействие на продовольственную безопасность будет ощущаться в остальных местах цепочки поставок. Для достижения экологических целей сокращение пищевых потерь и отходов должно иметь место на последующих стадиях цепочки поставок по отношению к месту, где происходит воздействие на окру-

жающую среду. И, наконец, местоположение имеет значение, когда преследуются цели продовольственной безопасности и качества питания или охраны окружающей среды, с единственным исключением для выбросов ПГ, когда то же самое воздействие оказывается на изменение климата.

У различных стран будут иметься различные цели при ориентации на их выборы. Страны с низким уровнем дохода, вероятно, будут сосредоточены на повышении продовольственной безопасности и качестве питания, в дополнение к устойчивому управлению земельными и водными ресурсами. Это вызывает необходимость сосредоточиться на сокращении пищевых потерь и отходов на ранней стадии в цепочке поставок, включая на уровне фермы, где воздействия должны быть самыми сильными и наибольшими будут потери. Страны с высоким уровнем дохода с низкими уровнями продовольственной нестабильности, вероятно, будут акцентировать внимание на экологических целях, в частности на снижении выбросов ПГ. Это вызывает необходимость осуществлять вмешательство позднее в цепочке поставок, в частности на уровне розничной торговли и потребления, где как ожидается уровни потерь или отходов, будут наивысшими.

### **Путь вперед – улучшение согласованности политики, усовершенствование сбора данных и возможностей оценки и процесс мониторинга и оценки**

Здесь могут быть компромиссы между целями, а выборы должны делаться в пользу приоритетных целей. Важнейшей проблемой является согласованность политики, которая требует, чтобы все варианты оценивались вместе в плане их воздействия таким образом, чтобы решения, которые содействуют одной цели, не вредили непреднамеренно другой цели. Некоторые политические решения, например, те, которые повышают продовольственную безопасность и качество питания, могут в реальности привести к увеличению уровней потерь и отходов, поскольку они связаны с доступом к безопасной и питательной диете с продуктами, которые часто бывают скоропортящимися. Однако это не следует рассматривать как проблему; основной вопрос скорее связан с тем, где происходят потери и отходы вследствие неэффективной и искаженной продовольственной системы, и, если имеется возможность, принять меры, которые сокращают пищевые потери и отходы, не воздействуя негативно на продовольственную безопасность и качество питания.

Согласованная политика важна также, поскольку количество пищевых потерь и отходов, которые можно экономически целесообразно снизить, будет зависеть от затрат по отношению к существующему положению вещей. Государственная политика, воздействующая на цены на продукты питания, может изменять стимулы для потребителей и производителей для предотвращения пищевых потерь и отходов. При неправильном планировании сельскохозяйственной политики или политики, связанной с целями продовольственной безопасности и качественного питания, например, продовольственные субсидии, они могут иметь непреднамеренные последствия путем создания антистимулов для предотвращения пищевых потерь и отходов. Поэтому сокращение пищевых потерь и отходов может также получить содействие с помощью реформы политики, которая непреднамеренно приводит к большим пищевым потерям и отходам.

Однако прежде всего необходимо оценить, будет ли и в какой степени инициатива достигать своих целей. Для этого требуются надежная оценка

масштаба проблемы и эффективный мониторинг и оценка вмешательства. В настоящее время дефицит надежных данных о том, сколько теряется продуктов питания и образуется пищевых отходов, является препятствием для эффективной политики. Отсутствие данных особенно остро ощущается на уровне потребителя, поскольку это связано как с методологическими проблемами, так и с затратами на проведение оценки. Наличие данных о потерях варьируется в значительной степени между странами и товарными группами и цепочкой поставки продуктов питания. Однако усилия по улучшению сбора данных предпринимаются, и не в последнюю очередь в рамках мониторинга прогресса в достижении цели 12.3 ЦУР с помощью индексов пищевых потерь и пищевых отходов, разработанных ФАО и ПРООН. Ключевым компонентом этого является разработка стандартов и концепций, а также руководств и развития потенциалов. Ожидается, что это даст возможность самим странам улучшить сбор данных и эффективно определять пищевые потери и отходы. Улучшение статистической информации о пищевых потерях и отходах является приоритетом ФАО, а также для международного сообщества, и всех стран, заинтересованных в проведении мониторинга их прогресса в достижении ЦУР.

Группа ученых и специалистов из Германии *Beatrice Garske*<sup>64, 65</sup>, *Katharine Heyl*<sup>66</sup>, *Felix Eckardt*<sup>67</sup>, *Lea Moana Weber (Lea Moana Weber)*<sup>2</sup>, *Виктория Градicka (Wiktoria Gradzka)*<sup>2</sup> представили материал на тему «**Проблемы управления пищевыми отходами: Оценка европейского законодательства по пищевым отходам и рекомендации по улучшению ситуации с помощью экономических инструментов**» (**Challenges of food waste governance: «An assessment of European legislation on food waste and recommendations for improvement by economic instruments»**) (MDPI<sup>68</sup>)

## Резюме

*Продовольственные потери происходят по всей системе поставок продуктов питания – от сельскохозяйственного производства до уровня домохозяйства. Это оказывает негативные воздействия на природные ресурсы и окружающую среду. В то же самое время пищевые отходы отрицательно влияют на глобальную цель продовольственной безопасности<sup>69</sup>. В то же самое время, уменьшение количества пищевых отходов может минимизировать последствия сельскохозяйственной деятельности на изменение климата, биоразнообразия, почву, водные объекты и атмосферу. Все это отражается в том факте, что пищевые отходы подвергаются действию различных законодательных актов ЕС, и это также основная тема новой Стратегии ЕС “С гляди на стол” от мая*

---

<sup>64</sup> Беатрис Гарске – доктор сельскохозяйственных наук, заместитель руководителя научно-исследовательского подразделения устойчивости и политики в области климата при Ростокомском университете, Германия.

<sup>65</sup> Факультет сельского хозяйства и окружающей среды Ростокомского университета.

<sup>66</sup> Катарина Хейл, научно-исследовательское подразделение устойчивости и политики в области климата при Ростокомском университете.

<sup>67</sup> Феликс Эркардт, юридический факультет Ростокомского университета.

<sup>68</sup> Международный рецензируемый журнал открытого доступа, который является дискуссионной площадкой для ученых и специалистов издательского дела. В журнале публикуются материалы по теории и практике научной коммуникации, цифровым технологиям и многим другим темам. Издается с 2013 г. в Швейцарии, 4 выпуска в год.

<sup>69</sup> Цель устойчивого развития 2 – ликвидация голода, обеспечение продовольственной безопасности и улучшение питания и содействие устойчивому развитию сельского хозяйства.

2020 г.<sup>70</sup>. Целью этой статьи, поддержанной анализом различных эмпирических данных о пищевых отходах, является анализ нынешнего законодательства ЕС о пищевых отходах и мерах по их уменьшению для ответа на следующие темы исследования: каким образом пищевые отходы можно интегрировать в европейскую политику? Каково воздействие европейского законодательства на пищевые отходы? Является ли европейское законодательство достаточным для инициирования не только сокращения пищевых отходов, но также для всесторонних изменений в сельском хозяйстве и продовольственном секторе для поддержки глобальных целей по климату и окружающей среде, как определено в Парижском соглашении и Конвенции о биологическом разнообразии. Какие инструменты являются самыми подходящими для этого? В методологическом плане, применен качественный анализ управления. Выявлено, что наиболее подходящие законодательные акты для управления пищевыми отходами включают законодательство о циркулярной экономике и отходах; Единая сельскохозяйственная политика<sup>71</sup>, Общая политика в области рыболовства<sup>72</sup>, а также продовольственное законодательство<sup>73</sup>, в то время как международные экологические цели служат в качестве ключевой меры для анализа управления. Правовой анализ показал, что в существующем законодательстве отсутствует управляющее воздействие для значительного снижения количества пищевых отходов. Для преодоления нынешних проблем управления в статье предложены экономические инструменты. Делается вывод, что контроль количества, сосредоточенный на определяющих параметрах, таких как ископаемые топлива или продукты животного происхождения, не только обладает потенциалом уменьшения количества пищевых отходов за счет роста цен на продукты питания, но может также использоваться для решения многочисленных взаимосвязанных проблем сельскохозяйственного и пищевого сектора.

## 1. Введение

Обеспечение питанием растущего мирового населения является глобальной проблемой. Сокращение количества пищевых отходов считается одной из мер для решения этой проблемы. На самом деле, по имеющейся оценке, при уменьшении в 2 раза количества пищевых отходов можно удовлетворить потребности растущего населения [1]. В то же самое время, продовольственные потери, и, таким образом, неэффективное использование ресурсов еще больше усугубляют экологические проблемы (например, изменение землепользования, выбросы парниковых газов, потери биоразнообразия), которые связаны с сельскохозяйственным производством [2 – 4].

Кроме того, подчеркиваются вопросы распределения неустойчивой глобальной сельскохозяйственной и продовольственной системы. Например,

---

<sup>70</sup> Сообщение Европейской комиссии от 20 мая 2020 г. о “Стратегии от грядки на стол” с целью создания справедливой, здоровой и экологически чистой продовольственной системы, сопровождаемой Планом действий из 27 законодательных и не законодательных мер, которые должны быть выполнены в период с 2020 по 2024 гг.

<sup>71</sup> Система сельскохозяйственного субсидирования и сельхоз программ в ЕС. Единая сельскохозяйственная политика зародилась в конце 1950-х-начале 1960-х годов и была предложена Европейской комиссией

<sup>72</sup> Общая политика в области рыболовства устанавливает квоты, по которым странам-членам разрешается ловить каждый вид рыбы, а также поощряет рыбную промышленность различными рыночными вмешательствами.

<sup>73</sup> Регламент Европейского Парламента и Совета ЕС от 28 января 2002 г. № 178/2002 “Об установлении общих принципов и предписаний продовольственного законодательства, об учреждении Европейского органа по безопасности продуктов питания и о закреплении процедур в отношении безопасности продовольственных товаров”.

имеется оценка, что 33 млн. чел. в Европе не могут позволить себе качественное питание каждый второй день, что делает продовольственную помощь незаменимой для значительной части населения в государствах-членах. Одновременно теряется соответствующее количество продуктов питания и возрастают случаи избыточного веса и ожирения [4 – 6].

ЕС принял обязательство по выполнению (юридически необязательной) Цели устойчивого развития 12.3, которая направлена на сокращение вавое пищевых отходов на душу населения в розничной торговле и на потребительском уровне к 2030 г. [7]. Совсем недавно Европейская Комиссия, кроме того, рассматривает пищевые отходы как ключ к достижению устойчивости в рамках новой Стратегии “от грядки на стол”, опубликованной в мае 2020 г. [4]. В стратегии указано, что сокращение количества пищевых отходов находится в соответствии с политикой, нацеленной на продовольственную безопасность, извлечение питательных веществ и сырьевых материалов, сохранение биоразнообразия, устойчивое обращение с отходами и содействие использованию возобновляемой энергии [4]. Вот почему Комиссия намерена исследовать проблему пищевых отходов и изучить способы предотвращения образования отходов во всех секторах [4].

Цель этой статьи состоит в оценке возможности интеграции проблемы пищевых отходов в европейскую политику, а также в исследовании воздействия европейского законодательства на предотвращение образования пищевых отходов. В дополнение к этому, в статье предложены оптимизированные варианты управления для эффективного сокращения пищевых отходов. Однако сложность проблемы пищевых отходов препятствует хорошему и ясному пониманию того, что лежит в основе проблемы. Поэтому статья основана на анализе эмпирического материала по пищевым отходам, который включает нерациональное использование ресурсов и выбросы парниковых газов, вызванные пищевыми отходами (Раздел 3.1), множество определений пищевых отходов (Раздел 2.3), количественные данные о пищевых отходах на глобальном и европейском уровне (Раздел 3.3), локализацию пищевых отходов в системе поставок продуктов питания (Раздел 3.4), а также причины и движущие силы образования пищевых отходов и их последствия для управляющих решений (Разделы 4 и 5). Принимая эти эмпирические данные за основу, анализируются законодательные акты ЕС, имеющие отношение к пищевым отходам, с применением качественного управленческого анализа. В то время как международные экологические цели по защите климата и сохранению биоразнообразия служат в качестве основы (Раздел 4.1), циркулярная экономика и законодательство об отходах (Раздел 4.2), а также законодательство о продовольственной безопасности и упаковке, стандарты и маркировка пищевых продуктов (Раздел 4.4) идентифицированы как важные юридические области, и, поэтому, оцениваются с точки зрения их воздействия на сокращение количества пищевых отходов. Кроме того, оценены правовые аспекты извлечения содержимого мусорных контейнеров, выброса продуктов питания и обмена продуктами питания (Раздел 4.5), а также пожертвования продуктов питания (Раздел 4.6). В последнем разделе обсуждается воздействие существующего законодательства, а также его недостатки, оцененные в отношении цели значительного сокращения количества пищевых отходов, как вытекает из глобальных экологических целей. В конце предложены инструменты экономического управления для компенсации дефицита существующего законодательства и для всестороннего решения проблем пищевых отходов и воздействия сельского хозяйства на окружающую среду.

## 2. Материалы и методы

В методическом плане в статье сделан обзор соответствующей литературы о пищевых отходах на международном, европейском и национальном уровне в качестве первого шага. В дополнение к международной научной литературе по ущербу окружающей среде, причiniaемому пищевыми отходами, данные из исследований, опубликованных, например, Продовольственной и сельскохозяйственной организацией ООН и другими организациями ООН, такими как Межправительственная группа по изменению климата (IPCC), Европейской Комиссией и Европейской счетной палатой, анализируются и сравниваются в плане информации о количествах, местах и причинах образования пищевых отходов. Этот экскурс необходим для получения четкого понимания проблемы пищевых отходов (Что такое пищевые отходы? Как много образуется пищевых отходов? Где образуются пищевые отходы?), а затем идентификации самых эффективных отправных точек для инструментов управления и для разработки эффективных инструментов управления с целью минимизации пищевых отходов.

На втором шаге на основе анализа эмпирических данных были идентифицированы соответствующие законодательные акты с поддержкой соответствующей литературой по устойчивому управлению в сельском хозяйстве и продовольственном секторе, и в частности, по пищевым отходам (например, публикация по пищевым отходам Европейской счетной палаты [8], доклад FUSIONS<sup>74</sup> [9] и с использованием базы данных EUR-Lex<sup>75</sup> [10], в которой собираются и публикуются все официальные документы европейских институтов. Затем оценивается способность законодательства влиять на эффективное сокращение количества пищевых отходов – прямо или косвенно. С этой целью применяется комплексный метод анализа управления (или регулируемое управление). С помощью анализа проводится оценка реальных или предложенных инструментов управления для выполнения заданной стандартной цели, принимая в расчет данные исследований поведения человека и типичные проблемы управления [11 – 16].

Что касается политических целей, то в данной статье оцениваются существующие и возможные будущие инструменты не только под эгидой специальных целей по сокращению отходов европейского законодательства, но также и международные обязательные цели Парижского соглашения [17] и Конвенции о биологическом разнообразии [18]. И те, и другие цели подразумевают всесторонние изменения в сельском хозяйстве и продовольственном секторе (см. подробности в Разделе 4.1), включая значительное сокращение количества пищевых отходов. Для анализа управления поставлены цели исследования: каким образом пищевые отходы интегрированы в европейскую политику? Каково воздействие европейского законодательства на пищевые отходы? Достаточно ли европейское законодательство для инициирования не только сокращения количества пищевых отходов, но и всесторонних изменений в сельском хозяйстве и продовольственном секторе

---

<sup>74</sup> Проект Европейской Комиссии с периодом действия с 2012 по 2016 г. “Использование продуктов питания для социальных инноваций за счет оптимизации стратегий предотвращения образования отходов”. На основе данных этого проекта было разработано 6 групп рекомендаций в отношении политики, практики и эффективных подходов к предотвращению образования пищевых отходов в государствах-членах.

<sup>75</sup> Официальный сайт законов ЕС и других публичных документов Союза, с публикацией на 24 официальных языках ЕС, запущенный в 2001 г.

для поддержки глобальных целей по климату и окружающей среде, установленных в Парижском соглашении и Конвенции по биологическому разнообразию? Какие инструменты являются самыми подходящими для этого?

Однако воздействия политических инструментов часто бывает невозможно оценить с помощью простого наблюдения, в особенности в связи с тем, что невозможно проводить наблюдение за воздействиями оптимизированных политических инструментов, которых еще нет или которые в реальности существуют в различных условиях. Подходящим методом для оценки таких новых инструментов является качественный анализ управления.

На основе данных поведенческих наук, таких как социология, экономика, психология, этнология<sup>76</sup> и т.д., можно предвидеть потенциальное воздействие оптимизированных инструментов. Эксперименты, обследования, включенное наблюдение, социально-биологические анализы и другие методы показывают, что это мотивационные факторы, которые определяют поведение человека, в особенности личная заинтересованность, структурные проблемы, такие как зависимость от путей развития, и проблемы общественных благ, ценностей, концепции нормального состояния, эмоциональные ограничения, такие как удобства, отрицание, установившаяся практика, групповое мышление, попытки найти козла отпущения и склонность оправдываться [16, 19, 20]. На основе этой аналитической картины и эмпирических данных, типичных проблем управления в области устойчивости можно идентифицировать поведенческую мотивацию потребителей, производителей, предпринимателей, политиков и т.д. Сюда можно включить эффект отдачи<sup>77</sup>, эффекты пространственных и отраслевых изменений, отсутствие строгости, проблемы иллюстрирования и правоприменения. Такого рода проблемы приводят к снижению эффективности действия инструментов управления. Необходимо избегать появления этих проблем при разработке будущих инструментов, предназначенных для выполнения данных экологических целей, таких как сокращение количества пищевых отходов [11, 12, 16].

Эффект отдачи относится к тому факту, что улучшение (повышение), например, ресурсоэффективности отдельных продуктов или процессов не приводит к предотвращению роста общего использования этих продуктов или процессов. Таким образом, общая экологическая выгода компенсируется или ослабляется (например, возможно образование меньшего количества пищевых отходов в одном ресторане, но в большем количестве ресторанов образуются пищевые отходы). Эффекты изменений имеют место, когда политическая мера в одном регионе или отрасли приводит к нежелательному развитию в другом регионе или отрасли, так что использование ресурсов, проблема выбросов в окружающую среду не решается, а переходит (например, образуется меньше пищевых отходов на производственном уровне в одной стране, но возрастает импорт продуктов питания). Отсутствие строгости относится к расхождению между предсказуемым воздействием выбранного инструмента и задуманной экологической целью (например, цель уменьшения в 2 раза количества пищевых отходов, но выбранные инструменты являются добровольными для всех). Проблема иллюстрирования относится к тому факту, что проблемы устойчивости, такие как предотвращение образования пищевых отходов на различных стадиях системы поставок,

---

<sup>76</sup> Наука, изучающая этнические процессы, под которыми понимаются разнообразные аспекты жизнедеятельности этносов, а также других этнических общностей.

<sup>77</sup> Парадокс Джевонса (технологический прогресс, который повышает эффективность использования ресурса, может увеличить объем его потребления).

часто бывает трудно оценить, рассчитать и контролировать, что еще больше затрудняет правильно решать такие проблемы с помощью инструментов управления (например, инструмент предназначен для уменьшения количества пищевых отходов на уровне домохозяйства на определенное количество, но отсутствует исходное значение пищевых отходов в каждом отдельном домохозяйстве. Проблемы правоприменения (исполнения) особенно характерны для продовольственного и сельскохозяйственного сектора вследствие большого количества рассматриваемых стандартов, продуктов и процессов, которые необходимо контролировать. Вот почему политический инструмент не может на практике эффективно применяться, а нарушения не могут быть наказаны. В дополнение к этому, высокий уровень сложности регулируемой проблемы препятствует выполнению правил (например, в отношении оценки пищевых отходов в домохозяйствах [11, 12, 16]).

На основе этой аналитической картины качественный анализ управления позволяет не только оценить интеграцию и воздействие мер по пищевым отходам в существующей политике ЕС в отношении сокращения количества пищевых отходов, но дает возможность оценить эффективность существующих и вновь предлагаемых инструментов управления с точки зрения их способности воздействовать на мотивационные факторы человеческого поведения и противодействовать появлению типичных проблем управления, связанных с соответствующими экологическими целями.

## Библиография

1. Kummu, M.; de Moel, H.; Porkka, M.; Siebert, S.; Varis, O.; Ward, P.J. Lost food, wasted resources: Global food supply chain losses and their impacts on freshwater, cropland, and fertilizer use. *Sci. Total Environ.* **2012**, *438*, 477–489.[CrossRef][PubMed]

2. Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES). *Summary for Policymakers of the Global Assessment Report on Biodiversity and Ecosystem Services*; IPBES Secretariat: Bonn, Germany, 2019.

3. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). *Climate Change and Land. An IPCC Special Report on Climate Change, Desertification, Land Degradation, Sustainable Land Management, Food Security, and Greenhouse Gas Fluxes in Terrestrial Ecosystems*; Summary for Policymakers; IPCC Secretariat: Geneva, Switzerland, 2020.

4. European Commission. *Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions: A Farm to Fork Strategy for a Fair, Healthy and Environmentally-Friendly Food System*; COM (2020) 381 Final from 20.05.2020; European Commission: Brussels, Belgium, 2020.

5. Stenmarck, Å.; Jensen, C.; Quested, T.; Moates, G.; Buksti, M.; Cseh, B.; Juul, S.; Parry, A.; Politano, A.; Redlingshofer, B.; et al. *FUSIONS. Estimates of European Food Waste Levels*; IVL Swedish Environmental Research Institute: Stockholm, Sweden, 2016.

6. EUROSTAT. Obesity Rate by Body Mass Index (BMI). Online Data Code: SDG\_02\_10. Available online: [https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/sdg\\_02\\_10/default/table?lang=en](https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/sdg_02_10/default/table?lang=en) (accessed on 23 June 2020).

7. United Nations (UN). *A/RES/70/1, Resolution adopted by the General Assembly on 25.09.2015. Transforming our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development*; United Nations: New York, NY, USA, 2015.

8. European Court of Auditors (ECA). *Combating Food Waste: An Opportunity for the EU to Improve the Resource-Efficiency of the Food Supply Chain*; Special Report No. 34/2016; European Court of Auditors: Luxembourg, 2016.

9. Vittuari, M.; Politano, A.; Gaiani, S.; Canali, M.; Elander, M. *Review of EU Member States Legislation and Policies with Implications on Food Waste*. FUSIONS; Final Report; University of Bologna: Bologna, Italy, 2015.

10. EUR-Lex. Access to European Union Law. Available online: <https://eurlex.europa.eu/> (accessed on 7 July 2020).

11. Weishaupt, A.; Ekardt, F.; Garske, B.; Stubenrauch, J.; Wieding, J. Land Use, Livestock, Quantity Governance, and Economic Instruments — Sustainability Beyond Big Livestock Herds and Fossil Fuels. *Sustainability* **2020**, *12*, 2053. [CrossRef]

12. Ekardt, F.; Jacobs, B.; Stubenrauch, J.; Garske, B. Peatland Governance: The Problem of Depicting in Sustainability Governance, Regulatory Law, and Economic Instruments. *Land* **2020**, *9*, 83. [CrossRef]

13. Stubenrauch, J.; Ekardt, F. Plastic Pollution in Soils: Governance Approaches to Foster Soil Health and Closed Nutrient Cycles. *Environments* **2020**, *7*, 38. [CrossRef]

14. Heyl, K.; Döring, T.; Garske, B.; Stubenrauch, J.; Ekardt, F. The Common Agricultural Policy beyond 2020: A critical Review. *Rev. Eur. Comp. Int. Environ. Law* **2020**, 1–12. [CrossRef]

15. Garske, B.; Stubenrauch, J.; Ekardt, F. Sustainable phosphorus management in European agricultural and environmental law. *Rev. Eur. Comp. Int. Environ. Law* **2020**, *29*, 1–11. [CrossRef]

16. Ekardt, F. *Sustainability: Transformation, Governance, Ethics, Law*; Springer Nature: Dordrecht, The Netherlands, 2019.

17. United Nations (UN). *Paris Agreement*; FCCC/CP/2015/L.9/Rev.1; United Nations: New York, NY, USA, 2015.

18. United Nations (UN). *Convention on Biological Diversity*; 1760 UNTS 79; 31 ILM 818 (1992); United Nations: New York, NY, USA, 1992.

19. Stoll-Kleemann, S.; Schmidt, U.J. Reducing meat consumption in developed and transition countries to counter climate change and biodiversity loss: A review of influence factors. *Reg. Environ. Chang.* **2017**, *17*, 1261–1277. [CrossRef]

20. Stoll-Kleemann, S.; O’Riordan, T. Revisiting the Psychology of Denial Concerning Low-Carbon Behaviors: From Moral Disengagement to Generating Social Change. *Sustainability* **2020**, *12*, 935. [CrossRef]

## Послесловие

В представленном обзоре “Прогрессивные тенденции в ситуации с отходами в ряде стран” рассмотрены вопросы обращения с твердыми бытовыми отходами в Швеции и Германии. Акцент в случае Швеции сделан на роли органов местного самоуправления, производителей, муниципалитетов и потребителей в решении проблемы с обращением с этими отходами в соответствии с принципами иерархии обращения с отходами, изложенными в Директиве ЕС по отходам 2008/98/ЕС от 19 ноября 2008 г. В случае Германии акцент сделан на введении принципов циркулярной экономике в обращение с отходами, а также на важность европейских и германских нормативно-правовых документов в минимизации образования, рециклинге, повторном использовании и утилизации компонентов отходов.

Что касается Нью-Йорка, то описаны основные этапы деятельности различных городских служб по тому, чтобы к 2030 г. Нью-Йорк стал городом с

нулевыми отходами. Следует отметить, что инициаторами этого подхода явились городские архитекторы, которые лучше всех разбираются в том, как в городских условиях образуются бытовые отходы, как их лучше размещать в пределах жилых и административных зданий, как лучше размещать контейнеры для отходов на территории города и транспортировать отходы на места обращения с ними. Рассмотрены также методы вакуумной транспортировки отходов.

В разделе, посвященном интеллектуальным решениям по обращению с отходами, рассмотрена роль цифровых технологий, включая Интернет вещей и “умный” контейнер, в рациональном размещении контейнеров с отходами, их опорожнении и маршрутизации поездок мусоровозов до места размещения или обращения с отходами. Важным аспектом является оптимизация маршрутов.

И, наконец, в разделе, подготовленном ФАО, рассмотрена проблема сокращения пищевых потерь и пищевых отходов в рамках реализации Цели 12.3 Устойчивого развития “Снижение в 2 раза глобального образования пищевых отходов на душу населения на уровне розничной торговли и потребления и сократить пищевые потери в цепочке производства и сбыта”. Решение этой задачи имеет важное значение с точки зрения продовольственной безопасности, а также в свете серьезных трудностей, с которыми столкнулся агропродовольственный сектор в связи с пандемией COVID-19.