

**Л. И. СОКОЛОВ**

# **УПРАВЛЕНИЕ ОТХОДАМИ+**

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ



Москва Вологда  
«Инфра-Инженерия»  
2022

УДК 628.544+628.4.032(075.8)  
ББК 30.69я73  
С59

Р е ц е н з е н т ы :

доктор биологических наук, профессор,  
засл. деятель науки РФ *Л. Г. Рувина*;  
кандидат технических наук, доцент *А. Н. Тянин*

**Соколов, Л. И.**

**С59** Управление отходами+ : учебное пособие / Л. И. Соколов. – Москва ;  
Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. – 728 с. : ил., табл.  
ISBN 978-5-9729-0859-2

Рассматриваются основы управления потоками промышленных и твердых коммунальных отходов. Описаны методы анализа, рециклинга и переработки отходов, требования к проектированию, устройству, эксплуатации и санации полигонов. Показаны направления внедрения инструментов РОП, НДТ, малоотходных технологий, особенности обращения с биологическими, медицинскими и строительными отходами, технологии переработки радиоактивных отходов, области применения продукции из отходов и система управления отходами в быту. Даны рекомендации по селективному сбору, транспортированию, рециклингу отходов, обороту вторичных материальных ресурсов.

Адресовано магистрантам и студентам, обучающимся по направлениям подготовки «Строительство», «Экология и природопользование», по специальности «Природопользование». Может быть полезно специалистам, занимающимся подготовкой и выполнением программ по экологической безопасности и управлению отходами, работникам ЖКХ, проектировщикам, технологам по сбору, транспортированию и переработке отходов, менеджерам экологических служб предприятий, регоператоров, а также юристам и индивидуальным предпринимателям, решающим задачи обращения с отходами.

УДК 628.544+628.4.032(075.8)  
ББК 30.69я73

ISBN 978-5-9729-0859-2

© Соколов Л. И., 2022

© Издательство «Инфра-Инженерия», 2022

© Оформление. Издательство «Инфра-Инженерия», 2022

L. I. SOKOLOV

# WASTE MANAGEMENT+

TEXTBOOK



Moscow Vologda  
«Infra-Ingeneria»  
2022

UDC 628.544+628.4.032(075.8)

**Reviewers:**

doctor of biological sciences, full professor, honored scientist  
of the RF *L. G. Ruvina*;  
candidate of technical sciences, associate professor *A. N. Tyanin*

**Sokolov, L. I.**

Waste management+ : textbook / L. I. Sokolov. – Moscow ; Vologda : Infra-  
Ingeneria, 2022. – 728 p. : il., tabl.  
ISBN 978-5-9729-0859-2

The textbook covers the basics of industrial and municipal solid waste management. Methods of analysis, recycling and processing of waste, requirements for design, construction, operation and sanitation of landfills are described. The directions of the introduction of EPR, BAT tools, low-waste technologies, peculiarities of handling biological, medical and construction waste, technologies for processing radioactive waste, areas of application of products from waste and a waste management system in everyday life are shown. Recommendations are given for the selective collection, transportation, recycling of waste, and the turnover of secondary material resources.

The textbook is addressed to undergraduates and students studying in the areas of training “Construction”, “Ecology and nature management”, specializing in “Nature management”. This manual will be useful for specialists involved in the preparation and implementation of programs on environmental safety and waste management, housing and communal services workers, designers, technologists for the collection, transportation and processing of waste, as well as managers of environmental services of enterprises, regoperators, as well as legal entities and individual entrepreneurs solving problems of waste management.

UDC 628.544+628.4.032(075.8)

ISBN 978-5-9729-0859-2

© Sokolov L. I., 2022

© Infra-Ingeneria, 2022

*«Никакой живой организм не может жить  
в создаваемых им отходах»  
В. И. Вернадский*

## **ПРЕДИСЛОВИЕ**

Настоящее издание является вторым, дополненным в соответствии с меняющейся в Российской Федерации нормативно-правовой базой в отношении отходов. Если Европа обеспечивает процедуру обращения с отходами по Директиве 2008 года, то Россия начала свою «мусорную» реформу только с 2019 года и стремительно её реализует. Система управления отходами в России развивается от года к году по направлениям: раздельный сбор отходов, расширенная ответственность производителей продукции, повышенные требования к сбору, транспортированию и переработке медицинских, радиоактивных и строительных отходов, обновлённые правила лицензирования для работы с отходами, новая паспортизация отходов, гармонизация классификации отходов.

Увеличение ассортимента химических веществ, обращающихся в сфере производства и потребления, разнообразие их воздействия на человека и окружающую природную среду, недостаточность изучения опасных свойств и отдаленных последствий контакта со многими из них, требуют наиболее пристального внимания к вопросам переработки отходов. Агрегатное состояние и соотношение загрязняющих компонентов и «разбавителей» отходов вносят серьезные различия в их учет, методы транспортировки, рециклинга и обезвреживания. Автор считает необходимым рассмотреть некоторые аспекты накопленного в различных странах опыта использования административных и экономических рычагов стимулирования деятельности по обеспечению экологически приемлемых способов управления отходами. Финишные стадии обращения с отходами – переработка, рециклинг и захоронение остатков – рассмотрены применительно к наиболее распространенным способам, причем сделана попытка оценки их пригодности с точки зрения экологически приемлемых и доступных методов.

Все перечисленные выше факторы и вызвали необходимость дополнения и переиздания книги «Управление отходами». Теперь она вышла с приставкой ПЛЮС и предназначена специалистам, практикам (юридическим лицам и индивидуальным предпринимателям), занимающимся вопросами экологии, подготовкой и выполнением программ по экологической безопасности и управлению отходами, работникам ЖКХ, а также аспирантам и студентам по направлениям подготовки СТРОИТЕЛЬСТВО, ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ, ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ.

Для облегчения понимания учебного материала предлагается структурно-логическая схема его изложения. Главы и отдельные разделы пособия завершаются тестовыми заданиями и вопросами с ответами, представляющими наиболее существенные положения учебного материала. Структура работы, последовательность изложения тем подчинены задаче создать у обучающегося представление о наиболее важных методах и технологиях обращения с отходами, о системе классификации отходов и выборе приоритетов в управлении отходами на основе обновлённой законодательной базы.

В учебном пособии рассмотрены особенности сбора, сортировки, хранения и транспортировки отходов к местам комплексной переработки, а также возможные области применения продукции на основе вторичного сырья. Показана система организации управления отходами производства и потребления. Обоснована целесообразность перехода на полную переработку не пригодных для дальнейшего использования пищевых продуктов, предметов быта и товаров, потерявших потребительские свойства, по малоотходным экологически чистым технологиям. Представлены методики расчёта экологического сбора и платы за НВОС. Особенностью данного пособия является включение нового материала о развитии технологий по переработке радиоактивных, медицинских, биологических отходов, а также об отходах строительства. Даны рекомендации и предложения по рациональной организации ресурсосбережения, экологического мониторинга, учёта и контроля в сфере обращения с отходами. Обобщены теоретические основы и приведены основные направления по регулированию качества окружающей природной среды путем сокращения отходов, их рециклинга, определенные действующими правовыми и нормативными документами. По актуальным темам в отдельных разделах пособия проведены дискуссии, представлены тестовые задания с ответами для самоконтроля, поставлены вопросы и даны обоснованные ответы.

Цель этого издания – заставить читателя обратить внимание на проблему отходов, представив нынешнюю ситуацию и оценив при этом вред и опасность загрязнения природной среды, сформулировать и принять для себя правила экожизни с отходами или без них. Но проблема заключается не только в самих отходах, но и в их количестве, и носит не только технологический, но и социальный характер. Поэтому, обобщая в настоящем издании экологические инициативы, новые технологии переработки отходов и перечисляя соответствующие типичные примеры, автор надеется на широкое распространение и популяризацию новых подходов к управлению отходами.

*«В химии нет отходов, а есть неиспользованное сырье»,  
«необходимо развивать только те производства,  
которые не дают отходов»  
Д. И. Менделеев*

## **ВВЕДЕНИЕ**

В стратегию социально-экономического развития Российской Федерации до 2030 года включён отдельный блок по экологии и климату, который предусматривает развитие пяти федеральных проектов. Среди них проекты: «Зелёный город и комфортное село»; «Наша природа»; «Генеральная уборка», предусматривающий систему, при которой «загрязнитель убирает за собой отходы за свой собственный счёт, а не за счёт бюджета»; «Экономика замкнутого цикла» (вовлечение в оборот вторичных материальных ресурсов и кратное сокращение количества отходов). В составе национального проекта «Экология» создан федеральный проект «Инфраструктура для обращения с отходами I–II классов опасности».

**Управление отходами** в целом входит в цели и задачи названных проектов и других экологических инициатив, например, в программу снижения воздействия на климат путём сокращения выбросов парниковых газов. В России взят курс на достижение углеродной нейтральности. Селективный сбор отходов, расширенная ответственность производителей продукции, повышенные требования к сбору, транспортированию, рециклированию отходов производства и потребления, обновлённые правила лицензирования для работы с отходами, новая паспортизация и совершенная инвентаризация отходов, категорийность предприятий при внедрении комплексных экологических разрешений и наилучших доступных технологий, гармонизация классификации отходов, рынок вторичного сырья, повышение роли муниципалитетов, осведомлённость населения – вот лишь неполный перечень направлений развития системы управления отходами в Российской Федерации.

Главной задачей управления промышленными и коммунальными отходами является оздоровление окружающей природной среды, резкое снижение ее загрязнения путем рециклинга и переработки любых видов отходов на основе малоотходных технологий с выпуском высокоценной продукции. При этом должен произойти переход от линейной к циркулярной экономике отходов. Модель экономики замкнутого цикла лежит в основе 12-й цели устойчивого развития ООН «Ответственное производство и потребление», которая является, по сути, ключом к достижению большинства прочих целей. Россия вместе со всеми 193 государствами-членами ООН согласилась достичь целей устойчивого развития в период до 2030 года.

В настоящее время в нашей стране отходы составляют 90–98 % от всех добываемых природных ресурсов, т. е. промышленность работает в основном на производство отходов. Накопилось уже 8 млрд м<sup>3</sup> промышленных и коммунальных отходов. Полигоны заполнены в среднем по стране на 50–90 %. Согласно указу Президента РФ В. В. Путина о национальных целях развития, подписанному в июле 2020 года, к 2030 году в России должен вдвое сократиться объем отходов, направляемых на полигоны. Национальный проект «Экология» предусматривает к 2024 году ликвидацию как минимум 191 объекта (свалки и полигоны) за 124 млрд рублей. Третье десятилетие третьего тысячелетия требует создания действительно работающих в РФ эколого-экономических законов по переработке отходов. И главным в них должно стать экономическое стимулирование: – создание полностью безналоговых отходоперерабатывающих предприятий, изготавливающих высококачественную продукцию, и освобождение от налогов предприятий, потребляющих эту продукцию; – снижение налогов на малоотходные предприятия и соответственно резкое увеличение налогов на отходные предприятия с целевым направлением этих средств на ресурсосберегающие технологии; – финансовое стимулирование предприятий и жителей, достигших успехов в борьбе с отходами. Фактически отходы одного предприятия могут стать сырьем для другого предприятия. Специфика промышленных отходов требует отдельного рассмотрения, и представлена в данной книге.

Высокая токсичность медицинских, биологических, радиоактивных отходов, особые правила обращения и другие специфические особенности выделяют проблему их ликвидации или утилизации в отдельные темы для изучения и обсуждения, что также представлено в отдельных главах данного учебного пособия.

**Любое управление**, в том числе и отходами, **начинается с классификации**, учета и контроля. Учет и контроль ТКО, опасных отходов на всех этапах их обращения – важная экологическая проблема, влияющая на все стороны жизни и деятельности человека. Человеческое сообщество уже пришло к пониманию необходимости регламентирования единой системы нормирования, дополненной мерами обязательного исполнения и контроля, всего, что связано с накоплением, транспортировкой, обезвреживанием, утилизацией, переработкой, захоронением отходов, а также слежением за экологической ситуацией на всех стадиях обращения отходов.

Мнообразии видов отходов, источников их образования, химического состава, физических характеристик, путей утилизации и обезвреживания, порождает различные классификации, приспособленные к решению тех или иных задач управления отходами. Выбор метода обезвреживания отходов определяется многими параметрами: свойствами химических веществ, входящих в отходы, агрегатным состоянием отходов, экономическими, экологическими, техническими, социальными и другими факторами.

Существует большое множество различных видов отходов, для каждого из которых имеется своя технология переработки. Охватить их все в одном издании практически невозможно. Поэтому в пособии приведены только отдельные, но важные виды отходов, технологии их переработки, представлены новые подходы и модели обращения с отходами потребления и производства. Переработка отходов немыслима без экологической культуры – повышения уровня экологического образования и экологического воспитания. Это означает формирование человека как творческой личности с высоким уровнем экологических знаний, интеллекта и патриотизма.

## ГЛАВА 1

### ПОНЯТИЕ ОБ ОТХОДАХ И СИСТЕМА ИХ КЛАССИФИКАЦИИ

В результате осуществления хозяйственной деятельности у хозяйствующих субъектов образуются отходы производства и потребления I–V классов опасности. Главными причинами этого являются следующие факторы: переизготовление продукции; ошибки при изготовлении продукции; нарушение условий хранения продукции; повреждение во время транспортировки продукции; истечение срока годности продукции; совершение потребителями ненужных покупок; устаревшие технологии в промышленности; отсутствие малоотходных, ресурсосберегающих и ресурсовоспроизводимых технологий в промышленности.

Отходы производства и потребления являются источниками антропогенного загрязнения окружающей природной среды в глобальном масштабе и возникают как неизбежный результат потребительского отношения и непозволительно низкого коэффициента использования ресурсов.

Отходами называются продукты деятельности человека в быту, на транспорте, в промышленности, не используемые непосредственно в местах своего образования, но которые могут быть реально или потенциально использованы как сырье в других отраслях хозяйства или в ходе их переработки.

**Отходы потребления** – готовые товары (продукция), утратившие полностью или частично свои потребительские свойства и складированные их собственником в месте сбора отходов, либо переданные в соответствии с договором или законодательством Российской Федерации лицу, осуществляющему обработку, утилизацию отходов, либо брошенные или иным образом оставленные собственником с целью отказаться от права собственности на них, т. е. непригодные для дальнейшего использования по прямому назначению и списанные в установленном порядке машины, инструменты, бытовые изделия, в т. ч. промышленные отходы потребления – машины, станки и другое устаревшее оборудование предприятий.

**Твердые коммунальные отходы (ТКО)** – смесь отходов, образующихся в процессе потребления, включая товары и упаковку товаров, утратившие свои потребительские свойства в процессе их использования в целях удовлетворения личных и бытовых нужд физическими лицами в жилых помещениях и при обеспечении юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями необходимых социально-бытовых условий для работников.

Коммунальные отходы образуются в процессе деятельности человека, удаляются им как нежелательные, бесполезные и способные оказать дестабилизирующее воздействие на природную среду. К ним относят твердые отбросы и не утилизируемые в быту вещества, образующиеся в результате амортизации предметов быта.

К твердым коммунальным отходам (в западных странах обычно используется термин «муниципальные» или «бытовые» отходы) относят отходы, образующиеся в жилом секторе, в предприятиях торговли, административных зданиях, учреждениях, конторах, дошкольных и учебных заведениях, культурно-спортивных учреждениях, железнодорожных и автовокзалах, аэропортах, речных портах. Кроме того, к муниципальным отходам относят крупногабаритные отходы и дворовый мусор. В состав ТКО входят картон, газетная, упаковочная или потребительская бумага, всевозможная тара (деревянная, стеклянная, металлическая), вышедшие из употребления или утратившие потребительские свойства предметы и изделия из дерева, камня, чёрного и цветного металла, кожи, резины, кости, стекла, пластмассы, текстиля, полимерных материалов, сломанные или устаревшие бытовые приборы – мусор, а также сельскохозяйственные и коммунальные пищевые отходы – отбросы, отсеб (мелкие фрагменты, проходящие через 1,5-сантиметровую сетку). К опасным ТКО относятся: попавшие в отходы батарейки и аккумуляторы, электроприборы, лаки, краски и косметика, удобрения и ядохимикаты, бытовая химия, медицинские отходы, ртутьсодержащие термометры, барометры, тонометры, лампы. Коммунальные отходы характеризуются многокомпонентностью и неоднородностью состава, малой плотностью и нестабильностью (способностью к загниванию). Их морфология представлена на рис. 1.1.

Исходя из классификационных признаков (происхождение, условия образования, химический и (или) компонентный состав, агрегатное состояние и физическая форма) виды отходов, относящиеся к твердым коммунальным, определены Федеральным классификационным каталогом отходов (ФККО). Согласно ФККО, к ТКО относятся все виды отходов подтипа отходов «Отходы коммунальные твердые» (код 7 31000 00 00 0), а также другие отходы типа отходов «Отходы коммунальные, подобные коммунальным на производстве, отходы при предоставлении услуг населению» код (7 30000 00 00 0) в случае, если в наименовании подтипа отходов или группы отходов указано, что отходы относятся к ТКО (см. приложение 1).

**Отходами производства** являются остатки материалов, сырья, полуфабрикатов, образовавшиеся в процессе изготовления продукции и утратившие полностью или частично свои полезные физические свойства. Отходами производства могут считаться продукты, образовавшиеся в результате физико-химической переработки сырья, добычи и обогащения полезных ископаемых, получение которых не является целью данного производства. Промотходы зачастую являются химически неоднородными, сложными по-

ликомпонентными смесями веществ, обладающими различными химико-физическими свойствами. Они представляют токсическую, химическую, биологическую, коррозионную, огне- и взрывоопасность. Существуют различные классификации отходов по их химической природе, технологическим признакам образования, направлениям дальнейшей переработки и использования (см. примеры в главе 14 и в приложении 2). Класс опасности отходов устанавливается на каждый вид образующихся отходов с целью определения безопасных способов и условий их размещения, перемещения, обезвреживания и использования.

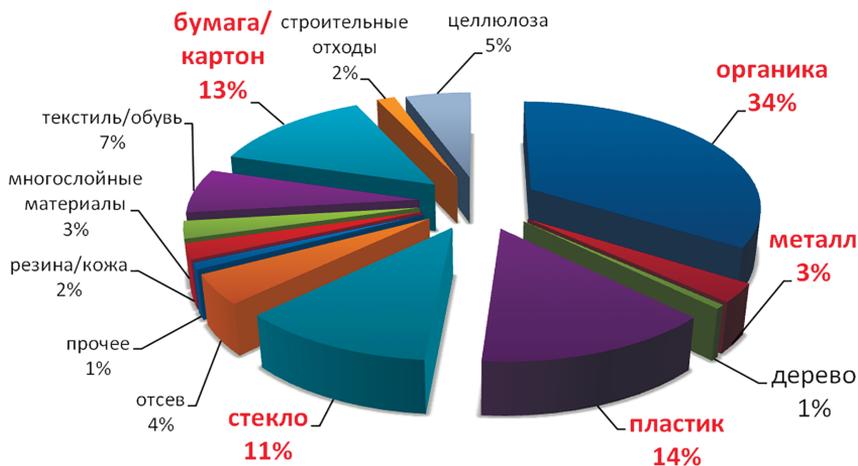


Рис. 1.1. Морфология ТКО

Климатические условия являются одним из определяющих факторов при организации сбора и удаления отходов и выборе технологии обезвреживания ТКО. С точки зрения организации очистки населённых пунктов, городов, многоквартирных домов и домовладений территория страны может быть условно разделена на три климатические зоны: северную, среднюю и южную.

При управлении ТКО необходимо учитывать, что они содержат ценные утильные компоненты. В табл. 1.1 представлен ориентировочный морфологический и физико-химический состав ТКО городов России, расположенных в разных климатических зонах.

### ОРГАНИКА В ТКО

До 55 % ТКО могут содержать биоразлагаемую органику, основа которой – пищевые отходы, включающие растительную и животную составляющие. Элементарной единицей строения всех растений и животных является клетка. Сухая масса клетки почти на 100 % состоит из углеводов, белков и жиров – обширных классов органических соединений, своего рода компонентов пищевых отходов.

Таблица 1.1

**Морфологический и физико-химический состав ТКО  
для разных климатических зон, % по массе**

Компонент	Климатическая зона		
	средняя	южная	северная
<b>Морфологический состав ТКО</b>			
Пищевые отходы	35...45	40...49	32...39
Бумага, картон	13...35	13...30	13...35
Дерево	1...2	1...2	2...5
Черный металлолом	3...4	2...3	3...4
Цветной металлолом	0,5...1,5	0,5...1,5	0,5...1,5
Текстиль	3...7	3...7	4...7
Кости	1+2	1...2	1...2
Стекло	2...11	2...11	4...116
Кожа, резина	0,5...1	1	2...3
Камни, штукатурка	0,5...1	1	1...3
Пластмасса	3...14	3...14	3...14
Прочее	1...2	3...4	1...2
Отсев (менее 15 мм)	5...7	6...8	4...6
<b>Физико-химический состав ТКО</b>			
Зольность на раб. массу, %	10...21		
Зольность на сух. массу, %	20...32		
Органическое вещество на сухую массу, %	68...80		
Влажность, %	35...60		
Плотность, кг/м	190...200		
Теплота сгорания низшая на рабочую массу, кДж/кг	5000...8000		
<b>Агрохимические показатели, % на сухую массу</b>			
Азот общий N	0,8...1		
Фосфор PO	0,7...1,1		
Калий KO	0,5...0,7		
Кальций CaO	2,3...3,6		

Сезонные изменения состава ТКО характеризуются увеличением содержания пищевых отходов с 20...25 % весной, до 40...55 % осенью, что связано с большим количеством овощей и фруктов в рационе питания (особенно в городах южной зоны). Зимой и осенью сокращается содержание мелкого отсева (уличного смета) с 20 до 7 % в городах южной зоны и с 11 до 5 % – в городах средней зоны.

## РАССУЖДАЯ ОБ ОТХОДАХ, ВСПОМНИМ ХИМИЮ

Отходы состоят из веществ. Любое вещество может находиться в одном из трёх агрегатных состояний (твёрдом, жидком или газообразном) и состоит с химической точки зрения из элементов, их соединений или смесей элементов и соединений. Современная Периодическая система включает 118 химических элементов. Из них в природе встречаются 94 элемента, представляющих собой особые формы организации вещества и составляющие все вещественные тела. Ещё 24 элемента получены искусственным путем – при помощи проведения ядерных реакций. Примерами «строительных кирпичиков» вещества, а, значит, и отходов являются водород (H), углерод (C), кислород (O), азот (N), фосфор (P), сера (S), хлор (Cl), фтор (F), натрий (Na) и уран (U). Всё вещество состоит из отдельных атомов или их сочетаний. Атомы содержат определённое количество **протонов** и **нейтронов** в крохотных ядрах и **электронов**, вращающихся вокруг них. Обычно вещество существует в виде *соединений* – комбинаций атомов или противоположно заряженных ионов двух или нескольких элементов, связанных между собой в строго определенных пропорциях силами взаимного притяжения, или химическими связями. Соединения можно подразделить на **органические** и **неорганические**. Кожа, пища, нефть, бензин, природный газ, хлопок, шерсть, бумага, пластмассы, моющие средства, аспирин и многие другие вещества, необходимые нам для поддержания жизни, имеют одну общую черту. Все это **органические соединения**, в состав которых входят атомы углерода, связанные между собой и с атомами одного или нескольких других элементов (водорода, кислорода, азота, серы, фосфора, хлора и фтора). В настоящее время известно более 7 миллионов органических соединений, Среди них: *Углеводороды* – соединения атомов углерода и водорода. Примером может служить метан (CH<sub>4</sub>), основной компонент природного газа; *Хлоропроизводные углеводороды* – соединения атомов углерода, водорода и хлора. К таковым относятся, например, инсектицид ДДТ (C<sub>14</sub>H<sub>9</sub>Cl<sub>5</sub>) и токсичные полихлорированные дифенилы (C<sub>12</sub>H<sub>5</sub>C<sub>15</sub>), используемые как изоляторы в электрических трансформаторах; *Хлорфторуглероды* – соединения атомов углерода, хлора и фтора. Например, фреон-12 (CCl<sub>2</sub>F<sub>2</sub>), используемый при мойке танкеров, в качестве охладителя в холодильниках рефрижераторах, кондиционерах, аэрозольных баллончиках и при производстве пластмасс, таких, как пеностирол. Он, газ – «долгожитель» (живёт более 70 лет), для человека безвреден и безопасен, но, будучи выпущенным при использовании в атмосферу, достигая стратосферы, разрушает озоновый слой; *Моносахариды* – определенный тип соединений атомов углерода, водорода и кислорода. Пример: глюкоза (C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>). Значительно более обширная и сложная группа органических соединений, объединенных общим названием **полимеры**, состоит из нескольких основных структурных единиц (мономеров), соединенных между собой химическими связями. Наиболее распространенными примерами органических полимеров являются: углеводы (к ним относятся сложные крахмалы, содержащиеся в рисе и картофеле), протеины, нуклеиновые кислоты. **Неорганические соединения** – это простые и сложные сочетания любых двух или более химических элементов, кроме соединений углерода, которые изучаются органической химией. Примеры неорганических соединений – как поваренная соль (NaCl), вода (H<sub>2</sub>O), оксид азота (NO), оксид углерода (CO), диоксид углерода (CO<sub>2</sub>), диоксид азота (NO<sub>2</sub>), диоксид серы (SO<sub>2</sub>), аммиак (NH<sub>3</sub>), серная кислота (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) и азотная кислота (HNO<sub>3</sub>). Вещества, присутствующие в отходах, могут и должны рассматриваться как ресурс. Качество вещества есть мера полезности его как ресурса, основанная на степени его доступности и концентрированности в отходе. **Вещество высокого качества** упорядочено,

сконцентрировано и обладает высоким ресурсным потенциалом. **Вещество низкого качества** не упорядочено, находится в разбавленном или рассеянном состоянии и обладает низким ресурсным потенциалом. Для определения степени неупорядоченности состояния вещества ученые употребляют термин «энтропия». Алюминиевая консервная банка представляет собой более концентрированную и высококачественную форму алюминия, чем алюминиевая руда, в которой содержится то же самое количество алюминия. Вот почему повторная утилизация алюминия обычно требует гораздо меньших энергетических и денежных затрат, а также меньшего количества воды, чем получение нового алюминия из руды. Такая же ситуация и с переработкой бумажных отходов. Если вещество, например бумага, рассеяно не сильно, то часто вторичное производство требует гораздо меньших затрат энергии, нежели поиск, добыча и обработка первичных ресурсов. Но в то же время, согласно двум законам термодинамики, вторичное использование ресурсов вещества требует высококачественной энергии, которая сама не может быть повторно утилизирована.

Особую категорию отходов (главным образом, промышленных), не относящихся к категории ТКО, составляют **радиоактивные отходы (РАО)**, образующиеся при добыче, производстве и использовании радиоактивных веществ в качестве горючего для атомных электростанций (см. главу 24), транспортных средств (например, атомные подводные лодки) и других целей.

Существует классификация по видам деятельности, в процессе которой образовались отходы, т. е. по происхождению – источнику образования (см. приложение 3):

1. Прием, хранение, транспортировка сырья, материалов и продукции.
2. Переработка сырья и материалов.
3. Очистка материальных потоков.
4. Обслуживание и ремонт технологического оборудования.
5. Обслуживание и ремонт электрооборудования.
6. Обслуживание и ремонт компонентов инженерных приборов и агрегатов.
7. Строительная деятельность и ремонт зданий.
8. Эксплуатация и ремонт автотранспорта.
9. Деятельность аналитических лабораторий.
10. Лечебная деятельность.
11. Хозяйственная деятельность (в т. ч. благоустройство производственных территорий).
12. Эксплуатация зданий.
13. Химчистка и стирка.
14. Общественное питание.
15. Пожаротушение.

Росприроднадзор размещает сведения об отходах и о технологиях утилизации и обезвреживания отходов различных видов в Банке данных отходов (БДО), включает виды отходов в ФККО с присвоением им со-

ответствующих кодов и наименований, а Минприроды России вносит изменения в Порядок ведения государственного кадастра отходов в части уточнения порядка присвоения кодов видов отходов, включаемых в ФККО; разграничения функций и полномочий по ведению ФККО и БДО; уточнения сведений, включаемых в БДО. Последовательность представления видов отходов в банке данных соответствует структуре ФККО. В Порядке указываются агрегатное состояние и физическая форма вида отходов (см. приложение 4).

## 1.1. ФЕДЕРАЛЬНЫЙ КЛАССИФИКАЦИОННЫЙ КАТАЛОГ ОТХОДОВ

Федеральный классификационный каталог отходов (ФККО) включает перечень видов отходов, находящихся в обращении в РФ и систематизированных по совокупности классификационных признаков: происхождению, условиям образования (принадлежности к определенному производству, технологии), химическому и (или) компонентному составу, агрегатному состоянию и физической форме. Для классификации отходов в ФККО используется **вид отходов** – совокупность отходов, которые имеют общие признаки в соответствии с системой классификации отходов. Наименование конкретного вида отходов при включении в ФККО присваивается на основе его происхождения, химического и (или) компонентного состава, агрегатного состояния и физической формы, т. е. классификационных признаков.

ФККО имеет шесть уровней классификации отходов, расположенных по иерархическому принципу (в порядке убывания) и отражающих: происхождение отходов по исходному сырью и по принадлежности к определенному производству, технологическому процессу (блок, тип, подтип, группа), химический и (или) компонентный состав отходов (подгруппа), агрегатное состояние и физическая форма отходов (позиция). В блоки включаются типы отходов, обобщенные по классификационному признаку происхождения: отходы органические природного происхождения (животного и растительного); отходы минерального происхождения; отходы химического происхождения; отходы коммунальные. Классификация отходов по типам, подтипам, группам, подгруппам и позициям отражает развернутое описание происхождения и состава отходов, а также их агрегатное состояние и физическую форму.

Конкретные виды отходов представлены в ФККО по наименованиям, а их классификационные признаки и классы опасности – в кодифицированной форме по 11-значной системе. Вид отходов отображается в федеральном классификационном каталоге отходов следующим образом:

Код вида отходов	Наименование вида отходов
------------------	---------------------------



к конкретному классу опасности необходимо сопоставить образуемые отходы с отходами, включенными в ФККО. В случае если образователь отходов не обнаружит в ФККО подходящий вид отходов, он обязан инициировать включение в ФККО нового вида отходов (с одновременным определением класса опасности, единого для всех отходов данного вида).

Число химических веществ исчисляется миллионами, но таблица Д. И. Менделеева содержит всего 110 основных ячеек – в отличие от классификации отходов.

Таким образом, существует целая система классификаций отходов производства и потребления, к более детальному рассмотрению которой мы вернёмся в главе 14.

### **ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ**

1. Что из себя представляет система классификаций отходов?
2. Дать определение понятию «отход».
3. Как делятся отходы по источнику их образования?
4. Приведите примеры органических и неорганических соединений, присутствующих в отходах.
5. Назовите примеры материалов и изделий, переходящих в состояние «отход».
6. Назовите виды агрегатных состояний, в которых могут находиться отходы. Приведите примеры отходов в разных агрегатных состояниях.

## ГЛАВА 2

# КОНЦЕПЦИЯ И СТРУКТУРА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОТХОДАМИ

### 2.1. КОНЦЕПЦИЯ УСТОЙЧИВОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОТХОДАМИ

Основу концепции комплексного управления отходами составляют:

- а) применение разных подходов к обращению с разными видами ТКО;
- б) комплексное использование регуляторов (правовых, экономических, организационно управленческих, технико-технологических и образовательно-воспитательных).

Концепция конкретного региона должна учитывать исходные условия на соответствующей территории. В общем виде комплексное управление отходами имеет **свою иерархию** уровней: **минимизация образования ТКО, их сбор, транспортирование, сортировка, рециклирование, рекуперация, переработка, и захоронение**, причем управлению подлежит каждый из этих этапов жизни отходов. Основу концепции составляет принцип «РАЗДЕЛЯЙ». Различные компоненты отходов, в том числе и разные виды отходов, не должны смешиваться между собой, а должны утилизироваться отдельно друг от друга наиболее приемлемыми и экономически обоснованными методами или комбинацией методов на основе малоотходных, ресурсосберегающих и природоподобных процессов. В России в основном (более чем на 90 %) реализуется централизованная система управления отходами. Она предполагает единую форму собственности для предприятий, осуществляющих сбор, транспортировку, переработку всех видов отходов и управление всей системой из единого центра. Децентрализованная система обращения с отходами предполагает в каждой подсистеме наличие самостоятельных предприятий. Городские муниципальные власти формируют тарифную политику, определяют перечень правовых, технических, временных условий для всех участников системы. Отбор предприятий осуществляется только среди лицензированных предприятий на конкурсной основе. Децентрализованная система требует такой степени экономического развития общества, при которой каждый гражданин в состоянии оплачивать переработку производимых им отходов. Она включает в себя предприятия различных форм собственности, конкурирующих между собой, которые могут выполнять как комплекс работ на всех этапах обращения с отходами, так и работы только на некотором этапе – например, специализироваться исключительно на вывозе отходов.

Введение децентрализованной системы эффективно при выполнении нескольких условий:

- во-первых, это установление прав собственности на все элементы системы управления отходами;
- во-вторых, обязанность производителя оплачивать затраты по обращению с отходами;
- в-третьих, жесткий контроль со стороны государства за участниками всей системы.

В Москве выбран на конкурсной основе и эффективно работает единый региональный оператор в сфере обращения с коммунальными отходами.

Общая система обращения с отходами в России включает пять основных звеньев: мусоросортировочные комплексы, мусороперерабатывающие и мусоросжигательные комплексы, заводы по компостированию ТКО, полигоны (см. рис. 2.1).

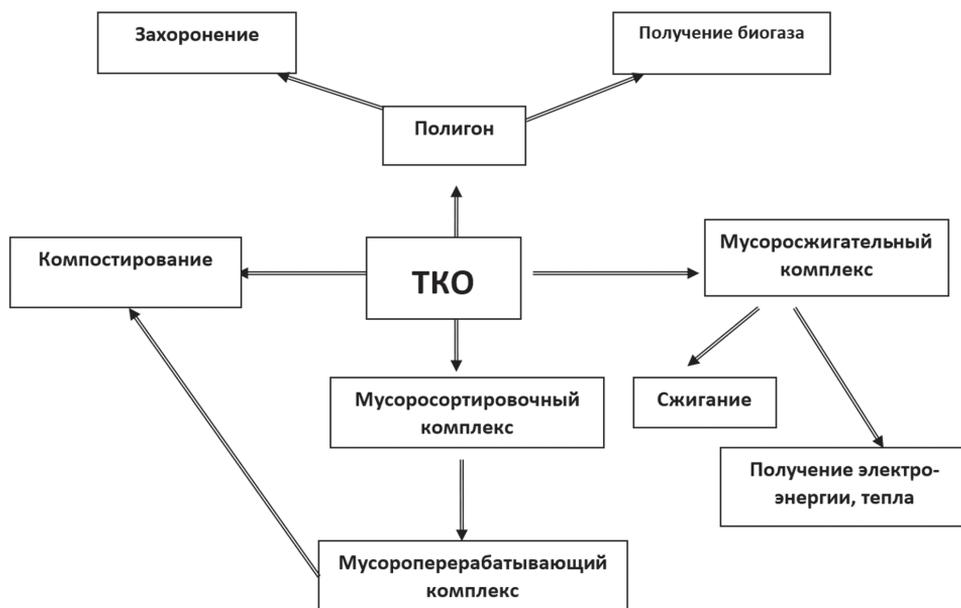


Рис. 2.1. Общая система обращения с отходами

Стратегия переработки отходов предусматривает в большинстве случаев последовательность операций по сбору, сортировке и конечной переработке ТКО во вторичное сырье. Оптимальным решением при этом может служить формирование **сети мусоросортировочных комплексов**, позволяющих выделять из поступивших отходов вторичные ресурсы и отходы, не подлежащие дальнейшей утилизации, и многофункциональных сортировочных комплексов для сбора на обработку всех видов отходов производительностью не менее 100 и 300 тыс. тонн в год соответственно. Эффективность выделения

таких ценных утильных фракций, как черные и цветные металлы, картон и бумага, полимеры, стекло должна составлять не менее 30 процентов общей массы при оптимальном плече транспортирования отходов не более 50 км. В Губкинском районе Белгородской области работает первый в России автоматизированный мусоросортировочный комплекс, разработанный и построенный российской компанией ЭКОМАШГРУПП. Инвестор проекта – российская компания «ФЛАГМАН». Особенности объекта:

- температурный диапазон работы –25 °С...+40 °С (у европейского оборудования от +5 °С, что значительно увеличивает издержки на эксплуатацию объекта);
- пропускная мощность ТКО – 35 тонн/час;
- рабочие места – 25 чел., что значительно сокращает издержки на этапе эксплуатации;
- выборка ВМР (вторичный материальный ресурс) более 25 %;
- снижает степень захоронения на полигоне остаточных отходов в 10 раз;
- инвестиции в проект составили порядка 1,5 млрд рублей. Новый комплекс, включающий непосредственно завод и полигон ТКО, имеет производительность 150 тыс. тонн отходов в год. Сортировка отходов на данном объекте происходит автоматическом режиме, а человеческий фактор присутствует только на контроле качества.

В Ставропольском крае, во Владимирской области, в Московской области (г. Орехово-Зуево; г. Балашиха; г. Кашира) работают мусоросортировочные комплексы компании ООО «СнабГеоСтрой» (7GreenLine) (г. Коломна, Московская область). Производительность мобильных комплексов 7GreenLine (рис. 2.2) от 1 тыс. тонн в год (стоимость – 987 тыс. рублей) до 200 тыс. тонн отходов в год (стоимость комплекса – 95,6 млн рублей).



Рис. 2.2. Мусоросортировочный комплекс «7GreenLine»

Анализ текущего состояния обращения с отходами показывает, что на территории многих субъектов РФ отсутствуют объекты промышленной комплексной обработки, утилизации и обезвреживания отходов. Рост

доли утилизируемых отходов также сдерживается недостаточно функционирующей системой государственного и производственного контроля в сфере обращения с отходами, являющегося ключевым условием для эффективной организации последующих процессов их обработки, утилизации и обезвреживания, а также недостаточным развитием рынка и низким уровнем спроса на продукцию, произведенную с применением сырья, полученного из отходов.

В табл. 2.1 дается сравнительный анализ положительных и отрицательных сторон различных компонентов системы управления отходами.

Таблица 2.1

**Преимущества и недостатки различных технологий обращения с отходами**

Техника переработки	Преимущества	Недостатки
Сжигание	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Альтернативный источник получения энергии</li> <li>• Сокращение объемов ТКО, подлежащих размещению на полигонах, примерно до 70 %</li> <li>• Снижение риска загрязнения воды отходами</li> <li>• Более 80 % образующегося пепла может быть переработано</li> <li>• Объем генерируемой энергии путем сжигания в 5 раз больше, чем на полигонах</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Опасность загрязнения атмосферы диоксинами и как результат – ухудшение экологической ситуации</li> <li>• Уничтожение ценных компонентов</li> <li>• Высокий выход золы и шлаков (около 30 % по массе)</li> <li>• Сложность стабилизации процесса сжигания</li> <li>• Высокие затраты по сравнению с захоронением ТКО</li> <li>• Сложность в нахождении площадки для строительства мусоросжигательного комплекса</li> </ul>
Переработка	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Сохранение природных ресурсов</li> <li>• Сокращение объемов ТКО, подлежащих уничтожению, и соответствующая экономия затрат</li> <li>• Сырьевое обеспечение производств</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Высокий уровень материальных и энергетических затрат на сбор, транспортировку, сортировку отходов</li> <li>• Значительный разброс цен на вторичные материальные ресурсы</li> <li>• Несмотря на наличие спроса, некоторые компоненты не подлежат переработке</li> </ul>
Компостирование	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Сокращение выбросов парниковых газов за счет удаления органических отходов с полигонов</li> <li>• Получение удобрения, препятствующего эрозии почв</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• В случае неправильного обращения может привести к появлению неприятных запахов</li> <li>• Значительные затраты на сортировку исходного сырья</li> </ul>

Окончание таблицы 2.1

Техника переработки	Преимущества	Недостатки
Полигонное захоронение	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Относительно низкие затраты на содержание</li> <li>• Размещение широкой номенклатуры отходов</li> <li>• Возможность дальнейшей рекультивации площадок под сельскохозяйственные, оздоровительные нужды (спортивные площадки, заповедники и т. д.)</li> <li>• Образующийся биогаз может быть использован как альтернативный источник энергии</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Загрязнение почвы, грунтовых вод и атмосферы токсичными веществами, тяжелыми металлами, свалочными газами</li> <li>• 35 % всех выбросов метана (парникового газа) связано с размещением отходов на свалках</li> <li>• Использование биогаза возможно, как минимум, только через 5–10 лет после создания полигона, выход его непостоянен, а рентабельность проявляется только при объемах отходов более 1 млн т</li> <li>• Дороговизна проектов и работ, связанных с отбором и использованием газа</li> <li>• Большая требуемая площадь земли под полигон</li> <li>• Сложность организации новых полигонов в связи с отсутствием свободных земельных участков, использование плодородных земель</li> </ul>

Анализ данных табл. 2.1 и состояния вопроса по управлению отходами свидетельствуют об отсутствии единой преимущественной технологии переработки ТКО в России. В действительности выбор оптимальных стратегий базируется на экологических, ресурсных и экономических требованиях региона. Наилучшим способом сглаживания недостатков каждого отдельного метода является построение промышленной технологии по принципу комбинации различных методов переработки отходов, причём захоронению при этом подвергаются только те остатки отходов, для которых не разработаны технологии переработки. В мировой практике во всех развитых странах стимулируется использование и потребление вторичных материальных ресурсов. Методы стимулирования включают в себя снижение ставок налогов на предприятия, занимающиеся производством изделий из вторичных материалов, и обеспечение государственного заказа на изделия из вторичных материалов. Государственный заказ, как правило, заключается в том, что предприятия, выполняющие заказы, обязаны использовать определенное количество изделий из вторичных материалов.

Государственный заказ, как правило, заключается в том, что предприятия, выполняющие заказы, обязаны использовать определенное количество изделий из вторичных материалов.

Сложность положения в области управления отходами требует, чтобы параллельно с совершенствованием существующих финансово-экономических механизмов создавались новые экономические механизмы и проводились организационные мероприятия, направленные на покрытие затрат на санитарную очистку населенных мест за счет внебюджетных источников. Организация работ по усовершенствованию экономических механизмов в системе управления отходами должна проводиться в следующих направлениях:

1. Усиление государственного финансового и технического контроля за сбором, вывозом, рециклированием, рекуперацией, переработкой, обезвреживанием и захоронением ТКО.
2. Совершенствование и корректировка существующих и разработка новых нормативных документов, отвечающих реальной ситуации (например, в части гармонизации классификации отходов, в направлении развития системы расширенной ответственности производителей).
3. Оперативное информационно-методическое обеспечение регионов в области изменений экономических механизмов в системе управления отходами.

В настоящее время деятельность жилищно-коммунального хозяйства в области управления ТКО сопровождается весьма большими потерями ресурсов, а также увеличением загрязнения окружающей природной среды.

Существующая система учета и контроля за образованием и размещением отходов не позволяет из-за своей децентрализации получить достоверную информацию о фактических объемах образования отходов как в целом по России, так и по отдельным регионам, а также исключить несанкционированное их размещение.

Политика в сфере управления отходами главным образом ориентирована на снижение количества образующихся отходов и на развитие методов их максимального использования.

Дальнейшая работа с целью снижения экологической опасности ТКО на территории РФ должна проводиться в следующих направлениях:

1. Инвентаризация образующихся, перерабатываемых и захораниваемых отходов производства и потребления.
2. Скрининговая инвентаризация мест бывших захоронений отходов с целью выявления дополнительных для страны сырьевых ресурсов и оценки влияния этих мест на окружающую среду и здоровье человека.
3. Разработка подзаконных актов по основным положениям Федерального закона «Об отходах производства и потребления».

4. Определение и утверждение мероприятий и целевых показателей по максимальному использованию исходного сырья (материалов), по предотвращению образования отходов и по поэтапному выводу из оборота отдельных видов одноразовых, неизвлекаемых и трудноперерабатываемых (многослойных, композитных, немаркированных) товаров, тары и упаковки немедицинского назначения.
5. Внедрение имеющихся отечественных ресурсосберегающих и экологически безопасных технологий переработки отходов. Создание банка данных отечественных безопасных, доступных технологий переработки ТКО и полученного из них вторичного сырья, энергии, топлива.
6. Организация системы эколого-гигиенического образования руководителей административных территорий, предприятий, организаций по обращению с отходами производства и потребления.
7. Внедрение системы раздельного сбора ТКО с целью их использования в качестве сырья; проведение в этой связи разъяснительной работы среди населения.
8. Разработка системы жесткого контроля за несанкционированными свалками и создание условий, исключающих возможность их появления.
9. Введение стандартов государственных закупок, предусматривающих приобретение менее вредных для здоровья человека и окружающей природной среды продуктов и услуг («зелёные» госзакупки).
10. Создание системы учёта одноразовых пластиковых отходов и федерального мониторинга загрязнения побережий РФ с регулярным дополнением списка загрязнителей, рекомендованных для ограничения на территории РФ.

Главная задача реализации этой программы состоит в комплексном использовании всех рычагов управления ТКО и ресурсосбережения: технических, экономических, нормативных, правовых и информационных.

Большое число взаимосвязанных задач обращения с отходами и их высокая сложность требуют системного подхода в вопросах управления отходами. Управление отходами – составная часть общей системы экологического управления; её структура, ответственность, практические методы, процедуры и процессы должны координироваться с работами в других областях, например, в производственной и экономической деятельности, в области охраны здоровья населения, рационального природопользования.

Переход от полигонного захоронения ТКО к промышленной переработке является основной тенденцией решения проблемы отходов в мировой практике. Необходимо понимать, что практическое решение промышленной переработки отходов связано с большими капитальными вложениями, поэтому строительство объектов промышленной переработки отходов осуществ-

вляется довольно медленно. Управление отходами начинается с изменения взгляда на то, чем являются коммунальные отходы. Традиционные подходы к проблеме отходов направлены на уменьшение опасного влияния на окружающую природную среду путём изоляции свалок и полигонов от грунтовых вод, очистки выбросов мусоросжигательных заводов. Как было сказано выше, основа концепции управления отходами состоит в том, что отходы состоят из различных компонентов, которые должны не смешиваться между собой, а утилизироваться отдельно друг от друга наиболее экономичными и экологически приемлемыми способами. Система предполагает, что в дополнение к традиционным способам неотъемлемой частью утилизации отходов должны стать мероприятия по сокращению количества отходов, вторичная переработка отходов и компостирование. При этом предполагается, что способствовать эффективному решению проблемы отходов может *комбинация* нескольких взаимодополняющих процессов и мероприятий, а не одна технология, пусть даже самая современная.

Для каждого конкретного региона необходим выбор определённой комбинации подходов, учитывающей местный опыт и местные ресурсы. Самый чувствительный и важный для всех без исключения регионов показатель связан с созданием **устойчивой системы обращения с ТКО, ключевыми элементами которой являются:** раздельный сбор отходов; наличие необходимых мощностей по сортировке и утилизации; создание современных полигонов, отвечающих требованиям природоохранного законодательства; введение инструментов РОП; оборот вторичных материальных ресурсов; повышение роли муниципалитетов в совершенствовании системы обращения с отходами, осведомлённость населения, усиление требований к сбору, транспортированию, рециклированию отходов производства и потребления, внедрение комплексных экологических разрешений и наилучших доступных технологий.

План мероприятий в системе управления отходами основывается на изучении потоков образующихся в разных отраслях производства (в том числе и в быту) отходов, оценке имеющихся вариантов и включает осуществление экспериментальных проектов, позволяющих собрать информацию (об объёмах и их качественном состоянии) и приобрести опыт.

В настоящее время управление отходами регулируется отдельными положениями законов № 89-ФЗ и № 503-ФЗ, нормативных документов, постановлений и правил в области охраны окружающей природной среды и обращения с отходами.

Законом «Об отходах производства и потребления» (№ 89-ФЗ) определяется понятие «обращение с отходами» – это «деятельность, в процессе которой образуются отходы, а также деятельность по сбору, использованию, обезвреживанию, транспортированию и размещению отходов», а в иностранных нормативно-правовых документах и технической литературе используется термин «управление отходами» («waste management»).

## 2.2. СТРУКТУРА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОТХОДАМИ

Использование комплекса различных методов переработки отходов, ориентированного на региональное и отраслевое применение, составляет **систему управления отходами**. Она должна строиться в виде иерархической структуры, в которой приоритет отдается методам, уменьшающим образование отходов, их повторному использованию и переработке, что позволяет снизить объем отходов, подлежащих захоронению или уничтожению. Иерархия начинается с **предотвращения (предупреждения) образования и сокращения отходов «у источника»**. Здесь подразумевается уменьшение общего количества отходов. Сокращение отходов достигается путём переориентации производителей и потребителей на продукты и упаковку, приводящую к меньшему количеству отходов, развития центров повторного использования, осуществляющих сбор, сортировку, ремонт и последующую продажу отреставрированных предметов. Таким образом, сокращение обеспечивается за счёт повторного использования (англ. *reuse*) продуктов или деталей, не ставших отходами, **для той же самой цели**, для которой они были изначально произведены. На практике повторное использование охватывает такие виды отходов, как запчасти автомобилей, велосипеды, мебель, холодильники, телеприемники, компьютеры, одежда, кухонная утварь и кухонные электроприборы, другие предметы быта, строительные материалы, садовый инвентарь, вышедшие из моды украшения, изделия, книги.

Следующий уровень – **вторичная переработка** (включая компостирование) – «рециклинг» – позволяет наиболее полно использовать сырьё и материалы, собрать и переработать их во вторичное сырьё. К этому же уровню можно отнести – «рекуперацию», т. е. переработку материалов, включая компостирование органического вещества, переплавку стекла, металла, пластика с целью предотвращения их захоронения. При этом *рециклинг* – возвращение отходов в тот же технологический процесс, который привел к их образованию, а *рекуперация* – это использование отходов после обработки или без таковой в других технологических процессах или для получения энергии.

Третий уровень – это **извлечение энергии**, «отходы в энергию» (*waste-to-energy*). Мусоросжигание (инсинерация) уменьшает объем отходов, попадающих на полигоны, и может использоваться для производства электроэнергии. Выбор такой технологии чаще всего определяется балансом производимой и потребляемой энергии. Специалисты считают, что уже в ближайшее время сжигание с выработкой электрической и тепловой энергии будет основным способом переработки отходов. В будущем мусоросжигательные энергетические установки скорее всего войдут в интегрированную систему управления отходами вместе с предприятиями по утилизации и вторичному использованию некоторых материалов (стекла, металла, бумаги, пластика).

Следующий уровень – **захоронение на полигонах** остается необходимым для отходов, не подлежащих вторичной переработке, нескороаемых или сгорающих с выделением токсичных веществ. Современные полигоны отвечают экологическим требованиям. Они представляют собой сложнейшие инженерные сооружения, оборудованные системами очистки дренажных вод и сбора метана, образующегося в процессе гниения мусора, с целью производства тепла и электроэнергии. В настоящее время захоронение отходов является промежуточным или переходным, но все же необходимым решением утилизации отходов. Однако это решение не является конечной целью устойчивого управления отходами. Системы обращения с ТКО должны продолжать уделять приоритетное внимание вторичной переработке материалов.

Использование разнообразных сочетаний рециклизации, переработки, компостирования и снижения объёмов отходов приводит к наиболее эффективному функционированию системы и в конечном счете к уменьшению количества образующихся отходов.

При этом структура системы управления отходами должна быть организована таким образом, чтобы она имела возможность адаптации к изменяющимся условиям в экономической и технологической сфере, то есть должна развиваться и совершенствоваться по мере изменения подходов к управлению и методов переработки сырья, материалов и образующихся отходов. Элементы гибкости, мобильности и последовательности, обеспечивающие развитие системы управления отходами на базе результатов и опыта предшествующих этапов ее разработки и реализации, представляют условия для ее саморазвития.

Концепция создания системы управления отходами предусматривает разработку комплекса связанных в единое целое организационно-управленческих, правовых, нормативно-методических, технических и экономических средств по обращению с отходами, ведение мониторинга отходов, реализацию перспективных научных разработок, направленных как на повышение технического уровня переработки отходов, так и на создание и внедрение малоотходных технологий.

Одними из основных направлений в этой области являются совершенствование информационного обеспечения и подготовка специалистов по обращению с отходами.

В некоторых отраслях промышленности и в ряде регионов разработаны и функционируют автоматизированные банки данных по отдельным видам отходов. В РФ подготовлена база для создания единой системы накопления, хранения информации и обращения с ней для функционирования системы управления отходами. При этом в Государственный кадастр отходов должны войти: реестр объектов размещения отходов, банки данных об образовании отходов, о технологиях переработки и обезвреживания различных видов отходов. «Реестр» – государственный реестр объектов размещения отхо-

дов – данные об объектах временного и постоянного размещения отходов производства и потребления. «БДО» – банк данных отходов и технологий – свод систематизированных сведений по технологиям переработки, использования и обезвреживания конкретных видов отходов производства и потребления.

При разработке системы государственного (и регионального) управления отходами следует исходить из того, что объектами управления являются как все источники образования отходов, так и их потребители, а управляющее воздействие должно осуществляться по трем стратегическим направлениям:

- создание условий для снижения количества отходов;
- обеспечение роста объемов использования отходов;
- создание экологически безопасных условий хранения, переработки и захоронения отходов.

В условиях рыночной экономики приоритет должен принадлежать правовым, нормативным и экономическим методам управления, то есть можно использовать как методы экономического стимулирования, так и методы экономического воздействия. Производитель отходов должен компенсировать полную общественную стоимость обращения с отходами («загрязнитель платит»). Это будет стимулировать производителя к внедрению технологий, снижающих производство отходов. Чтобы и у производителя, и у населения появились стимулы к уменьшению производства отходов, необходимо, где это возможно, увязать плату с реальным объемом отходов, повторно используемых, утилизируемых или отправляемых на захоронение. Такая схема может эффективно работать при условии использования административных и штрафных санкций одновременно, а также в сочетании с другими методами интегрированной системы.

## ТЕСТ

1. Проекты по переработке отходов внедряются во многих странах мира, в том числе и в России. Какая страна лидирует в этом направлении?

- А. Германия
- Б. Канада
- В. Китай
- Г. Россия

**Подсказка.** По данным OECD Recycling Statistics, Германия перерабатывает 68 % твердых коммунальных отходов (Швеция в этом рейтинге – на шестом месте). При этом средний показатель в Европе не превышает 46 %. Таких результатов помогло добиться не только государственное регулирование, но и активное вовлечение граждан, которые дисциплинированно сортируют мусор, образующийся в их домах, на кухнях, придомовых территориях и садовых участках.

## ГЛАВА 3

### НОВЫЕ ПРАКТИКИ УПРАВЛЕНИЯ ОТХОДАМИ

Новые практики управления отходами носят крайне сложный, высококомплексный характер, охватывая в себе инфраструктурные, управленческие, финансовые и социокультурные компоненты. Под этим углом зрения и рассматриваем проблемы управления отходами в России. В предыдущей главе мы познакомились со структурой системы управления отходами. В настоящей и последующих главах изучим эволюцию политики управления отходами на уровне институтов ЕС и рассмотрим опыт отдельных, наиболее продвинутых, стран в этой области.

#### 3.1. ЕВРОПЕЙСКИЙ ОПЫТ УПРАВЛЕНИЯ ОТХОДАМИ

Российский опыт *обращения с отходами* на сегодняшний день не совпадает с западноевропейским опытом *управления отходами*.

Вопросы утилизации отходов начали регламентироваться на европейском уровне с 1975 г., когда появилась рамочная Директива ЕЭС об отходах (15 июля 1975 г.), которая содержит базовую терминологию, используемую сейчас в большинстве актов законодательства ЕС об отходах и в национальном законодательстве многих европейских стран, и определяет направления деятельности государств в сфере управления отходами.

В последующий период был согласован и утвержден ряд документов, регламентирующих обращение с конкретными видами отходов, такими как: *опасные отходы* (Директива № 91/689/ЕЭС от 12.12.1991 г. об опасных отходах, дополненная Директивой № 94/31/ЕС от 27.06.1994 г.), *использованная упаковка* (Директива ЕС по упаковке и отходам упаковки от 20.12.1994 г.), *полимерные отходы* (Директива Совета № 96/59/ЕС от 16.09.1996 г. о ликвидации полихлорбифенилов и полихлортерфенилов), *отходы электрического и электронного оборудования* (Директива № 2002/96/ЕС от 27.01.2003 г. об отходах электрического и электронного оборудования и Директива № 2002/95/ЕС от 27.01.2003 г. об ограничении содержания некоторых опасных веществ в электрическом и электронном оборудовании). Были установлены правила захоронения отходов на полигонах (Директива № 99/31/ЕС от 26.04.1999 г. о полигонах захоронения отходов), правила сжигания отходов (Директива № 2000/76/ЕС от 04.12.2000 г. о сжигании отходов), правила перевозки отходов на территории ЕС (Регламент ЕЭС № 259/93 от 01.02.1993 г. о надзоре

и контроле перевозки отходов в пределах, при ввозе и вывозе из Европейского Сообщества). Был также утвержден Европейский каталог отходов – EWC (European Waste Catalogue) (Решение Европейской комиссии № 2000/532/ЕС от 03.05.2000 г. об утверждении Европейского каталога отходов) и рассмотрены вопросы снижения вреда для окружающей среды (Шестая программа действий Сообщества в области окружающей среды, одобренная решением № 1600/2002 Европейского Парламента и Совета от 22.07.2002 г.).

12 декабря 2008 года вступила в силу новая европейская рамочная Директива по отходам, в которой получила дальнейшее развитие политика ЕС в отношении отходов (Directive 2008/98/ЕС). В ней нашла отражение политика ЕС в отношении ресурсов: интегрированная политика продукта на базе концепции жизненного цикла.

Рамочная директива ЕС:

- вводит пятиступенчатую иерархию отходов,
- вносит в управление отходами концепцию жизненного цикла продукта,
- предлагает новые инструменты для предупреждения возникновения отходов,
- определяет цели для вещественного повторного использования отходов,
- требует использовать отходы для получения энергии,
- четко определяет понятия и сферы использования отходов,
- упрощает правовые установки, касающиеся отходов,
- предполагает обмен информацией и «лучшим опытом» между государствами.

Директива предлагает принципиально новый подход к пониманию отходов – они рассматриваются не как ненужный, подлежащий устранению продукт, а как побочный продукт, сырье, которое может быть использовано. В ней выделяются такие виды отходов, как макулатура, металлы, строительный мусор, определенные типы золы и шлаков, зернистые камни, шины, текстиль, компост, стекло, древесина, полимерные материалы.

## ПРОБЛЕМА ПЛАСТИКОВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

5 июня 2019 года в ЕС принята директива об одноразовом пластике, которая вводит следующие меры:

Страны ЕС должны полностью запретить ушные палочки, трубочки для напитков, тарелки и столовые приборы (с исключением до 2023 года), одноразовые пищевые контейнеры и чашки из полистирола, палочки для размещения сахара, палочки-держатели для воздушных шаров и оксоразлагаемые пластмассы. Страны должны обеспечить отдельный сбор рыболовецких сетей, ввести для них расширенную ответственность производителя, в которую должны быть включены затраты на информирование рыбаков о необходимости сбора сетей и возврата их в порт. Государства должны достичь обязательного уровня 90 % по отдельному сбору бутылок для воды к 2029 году и обеспечить к 2030 году наличие в них не менее 30 % вторичного сырья. Страны обязаны маркировать продукты, чтобы потребители могли узнать, какие химические вещества содержатся в одноразовых пластиковых изделиях.

## 3.2. ИЕРАРХИЯ УПРАВЛЕНИЯ ОТХОДАМИ В ЕС

Иерархия отходов понимается как последовательность приоритетов в управлении отходами. Пятиступенчатая иерархия:

- а) предупреждение (предотвращение),
- б) подготовка к повторному использованию,
- в) рециклирование,
- г) прочее использование в других целях, напр., энергетическое,
- д) устранение (захоронение).

Директива определяет области применения отходов, ответственность производителей за возникновение отходов и за управление отходами, определяет европейский каталог отходов. Центр тяжести переносится на предупреждение возникновения отходов и на их вторичное использование. Директива также намечает программы предупреждения возникновения отходов.

В настоящее время ситуация с отходами в государствах-членах ЕС выглядит по-разному. Если в Швейцарии, Нидерландах, Швеции, Дании, Бельгии, Германии, Австрии, Люксембурге подавляющее большинство отходов используется вторично, а на полигонах депонируется лишь незначительная их доля, то в других государствах, прежде всего в новых членах ЕС, объем депонированных отходов существенно превышает объем вторично используемых (см. рис. 3.1). В России в хозяйственный оборот вовлекается только около 5...7 % ТКО, остальной их объём направляется на депонирование (см. рис. 3.2).

Представим европейскую иерархию в виде перевернутой пирамиды, разделённой на ступени, где самые приоритетные методы обращения с ТКО находятся вверху (рис. 3.3). Разберём нашу пирамиду по частям в порядке приоритетов (сверху вниз).

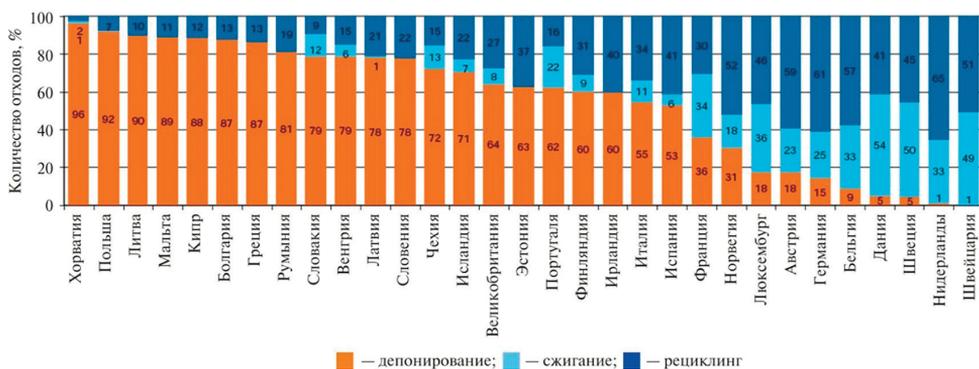


Рис. 3.1. Рециклирование, энергетическое использование и депонирование (захоронение) ТКО (MSW – Municipal Solid Waste) в отдельных государствах

Методы обращения с ТКО в отдельных странах ЕС и в России

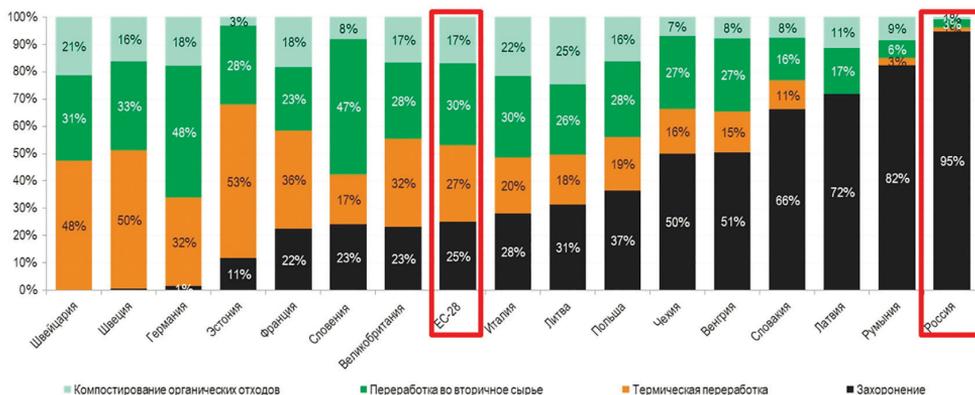


Рис. 3.2. Обращение с ТКО в России и отдельных странах (в сравнении)

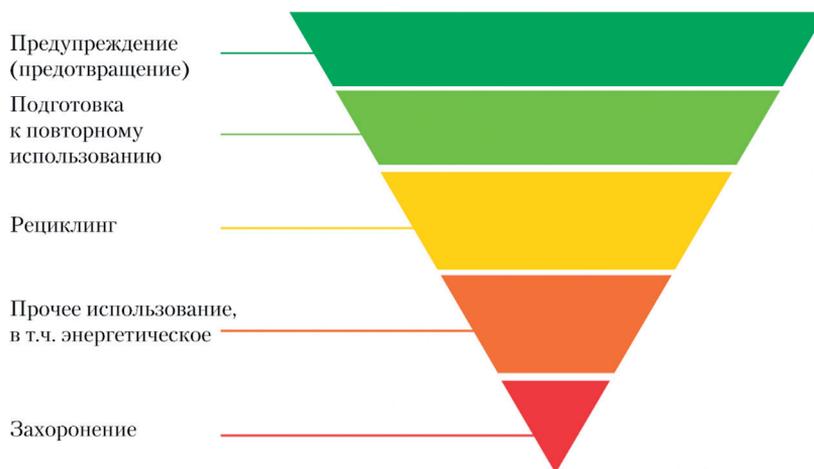


Рис. 3.3. Иерархия управления отходами

Первая ступень иерархии отходов

Предупреждение (предотвращение)

По предупреждению (предотвращению) образования отходов в странах ЕС было принято 36 национальных и региональных программ. Программы ориентированы на домохозяйства (Бельгия, Италия), жилой сектор (Австрия), муниципалитеты, сельское хозяйство и добывающую отрасль; большинство из них имеют дело с такими видами отходов, как органика (пищевые отходы), электрические и электронные компоненты, батарейки, упаковки, опасные отходы (см. рис. 3.4).

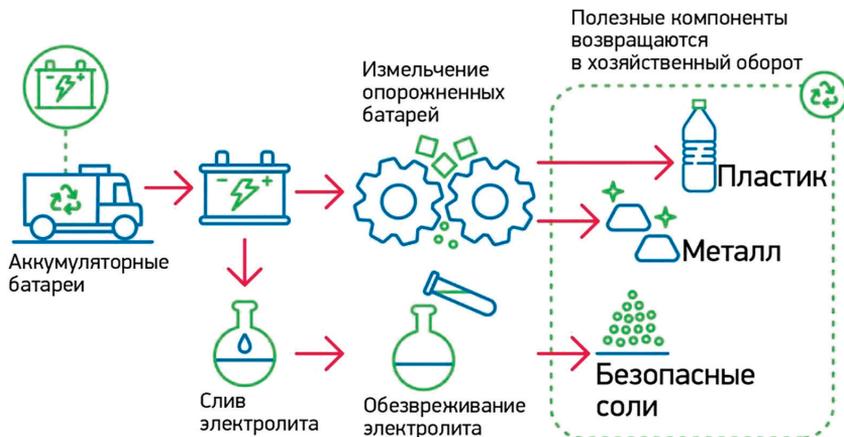


Рис. 3.4. Схема переработки аккумуляторов, потерявших потребительские свойства

Приведём примеры наилучших практик предотвращения образования отходов, соответствующих первой ступени иерархии. Пропагандируются, в частности, следующие программы (все примеры взяты с сайта Европейской комиссии).

В Великобритании на основе добровольного соглашения между супермаркетами и организацией «Программа действий по отходам и ресурсам» реализуется проект по распространению биоразлагаемых (и затем компостируемых) упаковочных материалов. Особый раздел программы – работа с домохозяйствами: в этой части реализуются инициативы по сокращению пищевых отходов у населения. Одновременно в стране развивается проект «Уполовинить свалки», ориентированный на сокращение отходов, возникающих при строительстве или сносе сооружений.

Во Франции компания «Eco-Emballages» осуществляет подготовку кадров и консультирование всех желающих, но преимущественно студентов инженерного профиля, по вопросам минимизации отходов упаковочных материалов. В Бельгии реализуется региональная программа (Фландрия) по значительному сокращению отходов домохозяйств; при этом часть отходов после измельчения используется для получения энергии. Параллельно развиваются так называемые центры повторного использования, осуществляющие сбор, ремонт и последующую продажу «выброшенных» предметов быта (одежды, бытовой техники, мебели, посуды, книг и велосипедов). Перед центрами, среди прочего, поставлены задачи:

- 1) собирать не менее пяти килограммов вещей, подлежащих восстановлению, на одного человека в год;
- 2) обеспечивать занятостью определенное количество людей;
- 3) обслуживать не менее 4 млн потребителей.

В Ирландии под эгидой Национального комитета по предотвращению отходов работает так называемая «Инициатива зеленого бизнеса», оказывающая содействие предприятиям и организациям в трех сферах – отходы, водные ресурсы и энергетика.

В Финляндии реализуется программа «Умнее с меньшими отходами», сотрудничающая с частными предпринимателями, муниципальными властями и домохозяйствами.

В Венгрии все шире практикуется повторное использование строительных материалов и обмен ими (промышленный симбиоз) между строительными фирмами: предметы обмена охватывают 12 категорий – кирпич, черепицу, деревянные компоненты строительства, оконные рамы.

В Австрии закон «Об управлении отходами» предусматривает изначальный экодизайн продуктов, соответствующую работу с потребителями. Среди прочего развитие здесь получили:

- 1) «блошинный рынок» на основе Интернета, через который продаются потребительские товары, строительные и садовые инструменты;
- 2) центры ремонта и обслуживания – десятки небольших центров, где можно дешево отремонтировать бытовую электротехнику;
- 3) программы в духе «изменить стиль жизни», делающие акцент на услугах вместо приобретения товаров.

В Италии одна из региональных инициатив (Пьемонт) обеспечивает тренинг и другие услуги домохозяйствам в вопросах компостирования пищевых отходов.

Это лишь отдельные из множества возможных примеров того, как осуществляется предотвращение образования отходов. Речь идет пока о первых шагах (тем более что качество статистики в этой области пока что крайне невысокое), но движение в сторону «предупреждения и предотвращения» усиливается с каждым годом.

## Вторая ступень иерархии

### Повторное использование

Повторное использование – это любая операция, посредством которой продукты или компоненты, не ставшие отходами, вновь используются **для той же самой цели**, для которой они были изначально произведены. Классический пример в этом отношении – стеклотара и посуда (бутылки, банки, стаканы), неиспользуемые в данном месте, повторно используются в другом. При таком ограничении, понятно, сфера действия данного принципа, в сущности, невелика и сам он скорее служит пропаганде бережливости и рачительности в обществе, чем решает сколько-нибудь серьезные экономические задачи. На практике повторное использование охватывает такие виды отходов, как запчасти автомобилей, холодильники, телеприемники, вышедшие из моды украшения, изделия, книги. Для сбора всего этого создаются специальные центры, где осуществляется обновление (ремонт) и продажа таких

«отходов» по принципу second hand'a. В Швеции построен громадный универмаг, объединяющий в себе традиционный муниципальный центр по приему отслуживших свой срок вещей (мебели, компьютеров, одежды, игрушек, велосипедов, садового оборудования, строительных материалов) и продажу их уже «в товарном виде». Одновременно широко развивается движение за повторное использование вещей и материалов в быту по принципу «сделай сам»: это очень популярная тема в СМИ и Интернете, где можно найти сотни полезных советов для всех возрастов, в том числе для детей и школьников, относительно того, что можно сделать из вещей, отслуживших свой срок. Так воспитывается креативность и культура ремонта и восстановления вещей.

### Третий уровень иерархии

#### *Рециклинг*

Рециклирование – любая операция, при которой отходы перерабатываются в продукты, материалы независимо от того, служит ли полученный в результате продукт своим изначальным или каким-либо иным целям. Специфический вид рециклирования – переработка органических отходов для компостирования. Рециклирование (переработка отходов во вторичное сырье) сегодня является ключевым элементом управления отходами. До 80 % твердых коммунальных отходов, а также отходы строительства и сноса сооружений поддаются рециклированию а именно: стекло, черные и цветные металлы, текстиль, бумага, пластмассы, кожи, меха, дерево, пробки, резины, пищевые и растительные отходы, овощи, фрукты. В отдельных случаях рециклирование материала имеет целью получить изначально существовавший материал – например, бумагу из макулатуры или полистирол из полистирольных изделий, но целью также может быть извлечение тех или иных элементов из сложных продуктов – например, свинца из автомобильных аккумуляторов или золота из компьютерных плат, а также опасных веществ, например, ртути из термометров и люминисцентных ламп.

Директива ЕС об отходах предписывает отдельный сбор, как минимум, **четырёх фракций** твердых коммунальных отходов – **стекла, бумаги, металла и пластика**. При этом различные национальные законодательства могут осуществлять еще более тщательную сортировку мусора.

В настоящее время достигнутые результаты по рециклированию муниципальных отходов широко различаются – от уровня 70 % в Германии и 60 % в Австрии, Бельгии, Швейцарии и Швеции до уровня 2– 10 % в Сербии, Турции, Словакии и на Мальте. Ориентиры, задаваемые Европейской комиссией, нацелены на то, чтобы к 2025 г. – 60 %, а к 2030 г. – 65 % муниципальных отходов рециклировались или обрабатывались для повторного использования.

Выгода от рециклирования:

- а) превращает отходы в ресурс;
- б) предотвращает издержки, которые общество понесло бы при их полигонном захоронении;
- в) создание дополнительных рабочих мест : установлено, что вывоз 10 т отходов на свалку создает 6 рабочих мест, а рециклирование тех же 10 тонн – 361.

Дополнительный экономический эффект достигается тогда, когда переработанные отходы используются «на месте», устраняя необходимость завозить данную категорию материалов из других мест или других стран. Так, страна может не производить бумагу, но получать ее рециклированием макулатуры.

Рециклирование, как никакой иной способ обращения с отходами, открывает путь к громадной экономии ресурсов. В производстве алюминия рециклирование позволяет экономить до 95 % энергии, меди – 85 %, стали – 74 %, свинца – 65 %. Стекло может перерабатываться любое количество раз без потери качества или чистоты, приобретая при этом самые разные формы; при этом на каждой тонне рециклированного стекла экономится тонна природного сырья. Из пластика, в зависимости от вида, сегодня производятся высокотехнологичные ткани и материалы, из которых затем делается прочная (часто спортивная или профессиональная) одежда, обувь, сумки, отделочные, строительные и конструкционные материалы, мебель (чаще всего столы, стулья и скамейки), игрушки; тканый и нетканый текстиль, упаковки, брус, трубы и множество других изделий. Рециклирование одной тонны пластика экономит 5774 кВт·ч энергии, 3,8–7,6 м<sup>3</sup> (1000–2000 галлонов) бензина, 2,6 м<sup>3</sup> (685 галлонов) нефти и 181,7 м<sup>3</sup> (48 000 галлонов) воды. Ресурс пластмасс, поддающихся рециклированию, становится масштабным: по объему (не по весу) человечество сегодня производит полимеров столько же, сколько выпускается чугуна, стали, проката и цветных металлов, вместе взятых. Это столь универсальный и «гибкий» ресурс, что специалисты сегодня говорят о перспективах новой «пластиковой экономики».

Рециклированный пластик может быть использован в дорожном строительстве. Обычная асфальтовая дорога служит максимум 50 лет и постоянно требует ремонта. Голландская фирма «VolkerWessels» сегодня выдвинула концепцию пластиковой «вечной дороги», которую недолго строить, которая требует минимум ухода и при этом безопасна (рис. 3.5).



Рис. 3.5. Дороги из пластика в Нидерландах

Основа голландского проекта – модульные пластиковые плиты с полым внутренним пространством для стока дождевой воды и размещения коммуникационных кабелей. «PlasticRoad», как называется проект, предполагает, что такие дороги можно будет строить на 80 % быстрее обычных и служить они будут в три раза дольше. Разрабатываемые модули устойчивы для перепадов температуры от минус 40 до плюс 80, они способны выдержать такую же нагрузку, как и традиционный асфальт, их легко транспортировать, а почва под такими автомобильными трассами меньше подвержена оседанию. По окончании срока службы такие покрытия можно перерабатывать и вновь использовать. Прототипы пластиковых дорог имеются в Роттердаме.

В связи с быстрым развитием органического сельского хозяйства все более важное значение в практике рециклирования приобретает переработка так называемых биоразлагаемых отходов (отходы растительного или животного происхождения), пищевые, кухонные или садовые отходы, а также бумага и картон.

Идеальным способом переработки органических кухонных, садовых и сельскохозяйственных отходов является **компостирование**. На практике применяются различные системы – от технологий промышленного компостирования до домашних (садовых) компостеров. Большие производства (composter plants) при этом охвачены Европейской сетью компостирования (European Compost Network), насчитывающей 72 ассоциированных члена из 28 стран ЕС.

#### Четвёртая ступень иерархии

##### *Иные способы использования, в т. ч. энергетическое*

На данной ступени «иные способы использования» рассматриваются вопросы переработки отходов с определённой теплотворной способностью в энергетических целях – для производства электричества и/или тепла: в документах ЕС и научной литературе все это охватывается термином «отходы в энергию» (waste-to-energy). Физической основой технологий, применяемых в данной области, является **инсинерация** – сжигание отходов в специальных установках. В современных инсинераторах достигается 95%-й уровень сжигания, что в громадной степени разгружает другое направление управления отходами – их полигонное захоронение. При этом несгоревший остаток уже не содержит гниющих органических веществ, с которыми связаны опасности эпидемий и самопроизвольного возгорания. На данной ступени действует принцип: все, что возможно, должно быть рециклировано, а если рециклирование невозможно (из-за качества или состава отходов), – преобразовано в энергию, но не захоронено на полигонах. Обращение отходов в энергию затратно с экономической точки зрения, но оно могло бы стать крайне рентабельной отраслью, т. к. твердые коммунальные отходы являются топливом, сопоставимым с торфом и некоторыми марками бурых углей. Это топливо образуется в местах, где энергия более всего востребована, т. е. вокруг крупных городов. В этой связи особое внимание привлекает концепция «энергетического ба-

ланса», предложенная рабочей группой Всемирного энергетического совета: полученная энергия должна покрывать энергетические затраты на саму переработку мусора. Поэтому выбор технологии чаще всего определяется балансом производимой и потребляемой энергии. Специалисты считают, что уже в ближайшее время сжигание с выработкой электрической и тепловой энергии будет основным способом переработки отходов. В будущем мусоросжигательные энергетические установки скорее всего войдут в интегрированную систему управления отходами вместе с предприятиями по утилизации и вторичному использованию некоторых материалов (стекла, металла, бумаги, пластика).

Все более перспективным становится **другой способ** переработки отходов в энергетических целях – **производство биогаза**.

Под биогазом понимается газ, получаемый в специальных установках на основе анаэробного (бескислородного) метанового брожения биомассы. К биомассе относят навоз и воспроизводимое растительное сырье. При существующих технологиях одна тонна навоза или иной биомассы дает около 500 куб. л биогаза, что эквивалентно 350 л бензина. Европейский рынок биогаза имеет стойкую тенденцию к расширению: ежегодно объем производства растет не менее чем на 20–25 %.

Биомасса – наиболее «гибкий» из всех видов возобновляемых источников энергии: она обеспечивает производство и тепла, и электричества, и моторного топлива. В отличие, например, от ветряной энергии, зависящей от природных и погодных условий, биогазовые установки могут располагаться в любом месте любой страны. Биогаз сегодня, среди прочего, производится на небольших муниципальных станциях из бытовых (несельскохозяйственных) отходов. В странах Азии выпускают небольшие односемейные устройства; в Китае почти 100 % биогаза производится именно в таких устройствах, используемых для приготовления пищи. Подавляющее большинство европейских установок (до 90 %) генерируют одновременно тепло и электричество. В целом по ЕС доля биомассы в производстве тепловой энергии достигла 9 %, но у Швеции этот показатель достиг 35,5 %, у Финляндии – 28,6 %, Литвы – 27 % и Латвии – 24,8 %.

В конечном энергопотреблении у наиболее развитых странах Европы доля биогаза колеблется в пределах 10–15 %; в Швеции эта цифра составляет 33 %. На перспективу предполагается, что биомасса будет обеспечивать в Западной Европе до двух третей возобновляемой энергии.

Все шире биогаз используется и как топливо для транспорта : одновременно решается проблема сокращения эмиссии парниковых газов в транспортном секторе. Возникают контуры «зеленого транспорта». Биогаз образует значительно меньше вредных выхлопов, чем традиционные виды транспортного топлива; при этом энергии в метане заключено примерно в 3 раза больше, чем в бензине. В масштабах мира доля биогаза как транспортного топлива пока невелика – менее 1 %, но она систематически растет в таких странах, как Германия, Франция, Швеция, Швейцария.

В Швеции, например, для этих целей используется 97 % производимого биометана. Шведские компании «Volvo» и «Scania» с конца XX в. производят и широко экспортируют в страны Европы автобусы, работающие именно на таком топливе. Одно из интереснейших начинаний в этой области – инициированный Стокгольмом проект «балтийского биогазового автобуса» (the Baltic Biogas Bus), в котором участвуют 12 партнерских организаций из восьми стран Балтийского региона, включая Эстонию и Литву.

Проекты по переработке отходов в энергию могут быть отнесены к категории дополнительных технологий повторного получения энергии из оставшихся не подлежащих вторичной переработке фракций ТКО и поэтому не должны конкурировать с мерами по сокращению отходов, повторному использованию и вторичной переработке материалов. В контролируемых условиях переработка отходов в энергию предпочтительнее утилизации, но занимает положение низкого приоритета в иерархии отходов.

### Депонирование (захоронение) отходов – пятая ступень иерархии

#### Депонирование

Самый нижний уровень европейской «иерархии управления отходами» – их **полигонное захоронение** – наименее желательная опция, которую необходимо свести к возможному минимуму. Базовым законодательным документом в этой области является Директива Совета Европейского союза по полигонам захоронения отходов, принятая еще в 1999 г. (Directive 1999/31/EC on the landfill of waste). Общей целью директивы было предъявление строгих требований к отходам и полигонам захоронения с целью снижения отрицательных воздействий на окружающую природную среду, в особенности на поверхностные и подземные воды, почву и воздух, в том числе и на глобальном уровне, включая парниковый эффект. Для обеспечения этого директивой было запрещено размещать на полигонах отходы следующих типов:

- 1) жидкие;
- 2) воспламеняющиеся;
- 3) взрывоопасные или окисляющиеся;
- 4) медицинские (поскольку существует опасность заражения);
- 5) использованные автомобильные покрышки;
- 6) некоторые другие виды.

Директива установила, что захоронение на полигонах допустимо только для тех отходов, которые прошли предварительную обработку (treatment). Можно полагать, что именно это требование и стало ключевым фактором динамичного развития всей трапецеобразной цепи обращения с отходами в ЕС: «предварительная обработка», по существу, означает необходимость стимулировать и развивать все то, что охватывается понятием «трех R» (reduce, reuse, recycle) – «сокращать», «вновь использовать», «перерабатывать»; на более продвинутых стадиях к этому прибавилось «предотвращать».