

А. А. Липаев, С. А. Липаев

ОБРАЩЕНИЕ С ОТХОДАМИ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ

Учебное пособие

Москва Вологда
«Инфра-Инженерия»
2021

УДК 502/504(075.8)

ББК 34.69я73

Л61

Р е ц е н з е н т ы :

доктор биологических наук, профессор кафедры общей экологии,
директор Института гражданской защиты Удмуртского государственного
университета *И. Л. Бухарина*;

доктор геолого-минералогических наук, профессор кафедры гидрогеологии,
инженерной геологии и геоэкологии Уральского государственного
горного университета *О. М. Гуман*;

кандидат юридических наук, доцент, зав. кафедрой экологического,
природоресурсного и трудового права Удмуртского государственного
университета *Е. А. Белокрылова*

Липаев, А. А.

Л61 Обращение с отходами производства и потребления : учебное пособие / А. А. Липаев, С. А. Липаев. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. – 408 с. : ил., табл.

ISBN 978-5-9729-0616-1

Рассмотрено понятие об отходах производства и потребления, показано влияние отходов на окружающую среду, обоснована необходимость вовлечения их в качестве вторичного сырья в народное хозяйство. Проанализировано нормативно-правовое обеспечение обращения с отходами в РФ и за рубежом. Приведены современные технологии утилизации отходов природопользования при добыче и первичной переработке полезных ископаемых, в обрабатывающей промышленности, строительной индустрии, агропромышленном комплексе. Рассмотрены вопросы захоронения горнопромышленных, радиоактивных, производственных и коммунальных отходов.

Для студентов, обучающихся по направлениям подготовки «Экология и природопользование», «Рациональное природопользование», «Техносферная безопасность». Может быть полезно преподавателям вузов, специалистам в области управления отходами, региональным операторам и широкому кругу инженерно-технических работников различных отраслей промышленности.

УДК 502/504(075.8)

ББК 34.69я73

ISBN 978-5-9729-0616-1

© А. А. Липаев, С. А. Липаев, 2021

© Издательство «Инфра-Инженерия», 2021

© Оформление. Издательство «Инфра-Инженерия», 2021

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	10
--------------------------	----

РАЗДЕЛ I **СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ОТХОДАМИ**..... 13

Глава 1. ПОНЯТИЕ ОБ ОТХОДАХ И ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ	13
---	----

1.1. Отходы производства и потребления. Опасные отходы.....	13
1.2. Проблемы классификации отходов.....	18
1.3. Недостижимость безотходных технологий.....	21
Контрольные вопросы и задания.....	23

Глава 2. ОТХОДЫ И АНТРОПОГЕННОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ	24
Контрольные вопросы и задания.....	29

Глава 3. КОНЦЕПЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ОТХОДАМИ	30
Контрольные вопросы и задания.....	32

Глава 4. СТРУКТУРА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОТХОДАМИ	33
4.1. Иерархия управления отходами в ЕС.....	33
4.1.1. Предотвращение (минимизация) образования отходов.....	33
4.1.2. Повторное использование.....	34
4.1.3. Recycling (утилизация отходов).....	35
4.1.4. Иные способы использования.....	39
4.1.5. Полигонное захоронение.....	40
4.2. Структура обращения с отходами в РФ.....	40
Контрольные вопросы и задания.....	47

Глава 5. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МОДЕЛИ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ В РФ	48
5.1. Механизмы управления отходами.....	48
5.2. Нормативная правовая база РФ в области обращения с отходами.....	49
5.3. Лицензирование деятельности по обращению с отходами.....	53
5.4. Паспортизация отходов.....	54
5.5. Экологическое нормирование.....	57
5.6. Проект нормативов образования отходов и лимитов на их размещение.....	59
5.7. Принцип экономического регулирования в области обращения с отходами.....	61
5.8. Контроль и ответственность в области обращения с отходами.....	63
5.8.1. Виды контроля.....	63

5.8.2. Экологическая экспертиза.....	63
5.8.3. Экологический аудит.....	64
5.8.4. Ответственность за несоблюдение законодательства об обращении с отходами.....	65
5.9. Обращение с различными видами отходов.....	67
5.9.1. Деятельность Федерального оператора по обращению с отходами I и II классов опасности.....	67
5.9.2. Биологические отходы.....	68
5.9.3. Медицинские отходы.....	68
5.9.4. Пищевые отходы.....	69
5.9.5. Инертные отходы.....	69
5.10. Информационное управление отходами.....	70
5.11. Организация управления отходами в регионах.....	71
5.11.1. Региональная программа в области обращения с отходами, территориальная схема обращения с отходами и деятельность регионального оператора.....	71
5.11.2. Обращение с отходами на муниципальном уровне.....	74
5.11.3. Проблемы создания оптимальной структуры управления отходами в регионе.....	76
Контрольные вопросы и задания.....	80

РАЗДЕЛ II

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ.....

Глава 6. РАЗДЕЛЕНИЕ МУСОРА. МУСОРОСОРТИРОВОЧНЫЕ ПРЕДПРИЯТИЯ (КОМПЛЕКСЫ).....	82
Контрольные вопросы и задания.....	88
Глава 7. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ ОТХОДОВ.....	89
7.1. Трубопроводный транспорт для перемещения отходов.....	89
7.2. Подъемно-транспортное оборудование для перемещения отходов.....	92
7.3. Использование автомобильного, железнодорожного и водного транспорта. Контейнерные перевозки отходов.....	96
7.4. Требования к транспортированию опасных отходов.....	100
Контрольные вопросы и задания.....	101
Глава 8. КЛАССИФИКАЦИЯ СПОСОБОВ ПЕРЕРАБОТКИ И ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ ОТХОДОВ.....	102
Контрольные вопросы и задания.....	104
Глава 9. МЕХАНИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ	105
9.1. Измельчение отходов.....	105
9.1.1. Дробление отходов.....	106

9.1.2. Помол отходов.....	111
9.1.3. Фрагментирование крупногабаритных отходов.....	114
9.2. Сортировка отходов по крупности.....	118
9.3. Компактирование отходов.....	119
9.4. Смешение материалов.....	121
Контрольные вопросы и задания.....	122

Глава 10. ПРОЦЕССЫ ВИДОВОЙ СЕПАРАЦИИ ОТХОДОВ

В ЭЛЕКТРОМАГНИТНОМ ПОЛЕ.....	123
10.1. Магнитная видовая сепарация отходов.....	123
10.2. Электродинамическая сепарация отходов.....	124
10.3. Электрическая сепарация отходов.....	125
10.4. Рентгенорадиометрическая сепарация отходов.....	128
Контрольные вопросы и задания.....	129

Глава 11. ГИДРО- И АЭРОДИНАМИЧЕСКАЯ СЕПАРАЦИЯ ОТХОДОВ.....

11.1. Гравитационное отстаивание.....	130
11.2. Флотационные процессы. Пенная сепарация.....	133
11.3. Центробежная сепарация.....	136
11.4. Фильтрация жидкостей.....	139
11.5. Аэродинамическая сепарация.....	140
Контрольные вопросы и задания.....	143

Глава 12. ТЕПЛОМАССОБМЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ.....

12.1. Общие сведения о явлениях тепло- и массопереноса.....	144
12.2. Теплообменные процессы и аппараты, используемые при переработке отходов.....	145
12.3. Массообменные процессы.....	148
12.3.1. Сорбционные процессы.....	148
12.3.1(1). Абсорбция.....	149
12.3.1(2). Адсорбция.....	151
12.3.2. Растворение.....	157
12.3.3. Экстракция.....	158
12.4. Тепломассообменные процессы.....	160
12.4.1. Перегонка жидкостей.....	160
12.4.2. Сушка.....	162
12.4.3. Кристаллизация.....	165
Контрольные вопросы и задания.....	167

Глава 13. ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПЕРЕРАБОТКИ И ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ ОТХОДОВ.....

13.1. Химические процессы очистки сточных вод.....	169
13.2. Методы осаждения, комплексообразования и окисления.....	171

13.3. Термические методы переработки отходов.....	171
13.3.1. Сжигание отходов	172
13.3.2. Пиролиз отходов	188
13.3.3. Технология термоудара	194
13.3.4. Газификация отходов.....	195
13.3.5. Плазменный способ утилизации отходов.....	196
Контрольные вопросы и задания	198
Глава 14. ФИЗИЧЕСКИЕ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ ОТХОДОВ.....	199
Контрольные вопросы и задания	202
Глава 15. БИОЛОГИЧЕСКИЕ (БИОХИМИЧЕСКИЕ) МЕТОДЫ ПЕРЕРАБОТКИ И ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ ОТХОДОВ	203
Контрольные вопросы и задания	209
Глава 16. РАЗМЕЩЕНИЕ ОТХОДОВ.....	210
16.1. Общие понятия	210
16.2. Классификация объектов размещения отходов	210
16.3. Хранение отходов.....	217
16.4. Захоронение отходов.....	218
16.5. Полигоны – накопители отходов.....	219
16.5.1. Общая характеристика полигонов.....	219
16.5.2. Устройство поверхностных полигонов	220
16.5.3. Эксплуатация полигонов.....	222
16.5.4. Использование полигонного биогаза.....	225
16.5.5. Санация старых полигонов	226
16.5.6. Подземные хранилища жидких и твердых отходов	228
16.6. Захоронение отходов в водоемах.....	229
Контрольные вопросы и задания	230
Глава 17. ОБРАЩЕНИЕ С РАДИОАКТИВНЫМИ ОТХОДАМИ.....	232
Контрольные вопросы и задания	235

Раздел III

ПЕРЕРАБОТКА ОСНОВНЫХ ОТХОДОВ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

236

Глава 18. ОТХОДЫ ДОБЫЧИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ.....	236
18.1. Горнопромышленные отходы и их классификация.....	236
18.2. Различные аспекты обращения с отходами горного производства	246
18.3. Направления переработки основных отходов добычи и обогащения полезных ископаемых	247
18.3.1. Рудные отходы (черная и цветная металлургия).....	247

18.3.2. Горно-химические отходы	250
18.3.3. Нерудные отходы	252
18.3.4. Топливные отходы	253
18.3.4(1). Отходы добычи и обогащения угля	253
18.3.4(2). Нефтеотходы.....	256
18.4. О рациональном природопользовании и возможных направлениях использования отходов горного производства в смежных областях	259
Контрольные вопросы и задания	262
Глава 19. ОТХОДЫ ОБРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВ	263
19.1. Отходы металлургической промышленности	263
19.1.1. Общие представления о металлургии	263
19.1.2. Использование в металлургии вторичных материалов (металлолома).....	265
19.1.2(1). Значение использования металлолома.....	265
19.1.2(2). Классификация металлических отходов.....	267
19.1.3. Утилизация производственных отходов черной и цветной металлургии	268
19.1.3(1). Железосодержащие пыли и шламы черной металлургии	269
19.1.3(2). Отходы обработки черных металлов	270
19.1.3(3). Металлосодержащие отходы цветной металлургии.....	275
19.1.3(4). Металлургические шлаки	277
19.1.4. Проблемы использования металлургических отходов	280
19.2. Отходы машиностроения и металлообработки.....	281
19.3. Отходы химического производства.....	284
19.3.1. Серная кислота	285
19.3.2. Фосфорная кислота	286
19.3.3. Отходы содового производства	286
19.3.4. Отходы переработки соединений органического синтеза.....	288
19.3.5. Промышленные отходы высокомолекулярных соединений (полимеров).....	293
19.3.6. Утилизация резины и резинотехнических изделий.....	298
19.4. Отходы лесной, деревообрабатывающей, лесохимической и целлюлозно-бумажной промышленности	306
19.4.1. Отрасли лесной промышленности	306
19.4.2. Лесопиление и деревообработка	306
19.4.3. Лесохимическое производство	309
19.4.4. Целлюлозно-бумажная промышленность	310
19.5. Отходы стекольной промышленности	313
19.5.1. Основные понятия.....	313
19.5.2. Утилизация стеклобоя	314
19.5.2(1). Использование отходов стекла в стекольной промышленности	314

19.5.2(2). Использование стеклобоя в производстве изоляционных и строительных материалов.....	315
19.5.2(3). Другие области применения стеклобоя	317
Контрольные вопросы и задания	318
Глава 20. ОТХОДЫ СТРОИТЕЛЬНОЙ ИНДУСТРИИ	320
20.1. Строительные отходы и их классификация.....	320
20.2. Утилизация строительных отходов	321
20.3. Вторичное использование строительных отходов, образованных при поэлементном сносе старого жилья	323
Контрольные вопросы и задания	324
Глава 21. ОТХОДЫ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА.....	325
21.1. Образование отходов в АПК.....	325
21.2. Классификация отходов АПК	326
21.3. Рециклинг отходов животноводства	329
21.3.1. Технологии переработки подстилочного и полужидкого навоза.....	331
21.3.2. Технологии переработки жидкого навоза	332
21.4. Утилизация отходов растениеводства.....	334
Контрольные вопросы и задания	339
Глава 22. ОТХОДЫ ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЙ.....	340
22.1. Твердые коммунальные отходы	340
22.1.1. Состав ТКО	340
22.1.2. Комплексная переработка ТКО	343
22.2. Канализационные стоки и осадки.....	346
22.2.1. Осадки	346
22.2.2. Сточные коммунальные воды.....	350
22.3. Уменьшение газовых и энергетических выбросов в атмосферу и их использование	351
22.3.1. Уменьшение вредного влияния отходов эксплуатации автомобильного транспорта на атмосферный воздух	352
22.3.2. Переработка сернистых и сероводородных газов	353
22.3.2(1). Сернистые газы.....	353
22.3.2(2). Сероводородные газы	355
22.3.3. Использование и утилизация попутного нефтяного газа	357
22.3.4. Вторичные энергетические ресурсы	360
Контрольные вопросы и задания	363
Глава 23. ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ОБРАЩЕНИИ С ОТХОДАМИ	365
23.1. Охрана окружающей среды.....	365
23.2. Техника безопасности при обращении с отходами	367

Контрольные вопросы и задания 373

Управление отходами как часть стратегии устойчивого развития
(вместо заключения) 374

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК 379

Приложение I 386

Приложение II 388

Приложение III 389

Приложение IV 391

Приложение V 393

Приложение VI 395

Приложение VII 402

Приложение VIII 403

Можно констатировать, что в своей материальной деятельности человечество не производит практически ничего, кроме текущих и будущих отходов, или неизбежно заканчивается жизненный цикл любых материальных объектов, включая живое вещество.

В.Е.Лотош (1939–2007)

ПРЕДИСЛОВИЕ

Образование отходов является следствием процесса использования человеком природных ресурсов для удовлетворения своих материальных и духовных потребностей. В связи с ростом этих потребностей, увеличивается количество отходов производства и потребления, что, с одной стороны, усложняет экологическую обстановку во многих странах, в том числе и в России, а с другой – не способствует рациональному использованию природных ресурсов планеты, заставляя человечество всё активнее извлекать из недр новые и новые полезные ископаемые, ещё более увеличивая техногенную нагрузку на недра и биосферу в целом.

Необходимость решения проблемы отходов всё более выходит на передний план. Появилось даже специальное направление природоохранной деятельности «Обращение с отходами производства и потребления». Оно закреплено в РФ законодательно¹ как деятельность по сбору, накоплению, транспортированию, обработке, утилизации и размещению отходов.

Необходимо отметить, что в зарубежных нормативно-правовых документах и литературе применяется термин «*waste management*», что означает «управление отходами»². Имеются различные толкования этого термина, который всё чаще встречается и в отечественных источниках. Так, Б.Б. Бобович даёт ему следующее определение: «Управление отходами – это регулирование всех процессов, связанных с образованием, сбором, хранением, транспортированием, переработкой, утилизацией и размещением отходов» [8, стр. 3].

В «Википедии» определяется понятие «системы управления отходами» как комплекса мероприятий по сбору, транспортировке, переработке, вторичному использованию или утилизации мусора, а также контролю за данными процессами. Эта формулировка, в отличие от понятия, данного Б.Б. Бобовичем, не включает сферу образования отходов. А между тем, последняя является очень важной. Именно сокращение количества отходов «у источника», уменьшение их

¹ Закон РФ «Об отходах производства и потребления» № 89-ФЗ в редакции от 07.04.2020.

² Понятие «управление отходами» является более общим, чем «обращение с отходами». Первое предполагает множественность возможных видов деятельности, в том числе и уменьшение их образования «у источника».

токсичности и других вредных характеристик является приоритетным направлением совершенствования обращения с отходами.

Политика здесь должна быть главным образом ориентирована на уменьшение количества образующихся отходов и развитие методов их максимального использования (утилизации).

Решение первой задачи связано с переходом к малоотходным технологиям и разработкой изделий, требующих для своего изготовления меньшего количества исходного сырьевого материала. Это так называемое «технологическое» решение задачи, но к нему необходимо добавить социальное и воспитательное решение. Уменьшение количества накоплений отходов может быть достигнуто также за счет:

- вторичного использования различных предметов;
- ремонта повреждённого оборудования вместо покупки нового;
- изготовления изделий многократного использования (тряпичные пакеты для продуктов вместо полиэтиленовых, стеклянная тара);
- использования многоразовых предметов обихода (например, столовых приборов, банок, пакетов и т. д.).

Все это требует масштабной воспитательной работы с населением, с теми, кто участвует в материальном производстве и теми, кто потребляет эти продукты.

Переработка или утилизация отходов играет важнейшую роль в сфере обращения с ними. Это связано с тем, что большинство отходов являются источниками вторичных материальных ресурсов. Такой подход в полной мере реализуется в странах с развитой экономикой (Япония, Германия, Франция, Швейцария, Швеция и др.). Они начали активно заниматься переработкой твёрдых бытовых отходов ещё в 1960-е годы. В них была создана разветвлённая инфраструктура по сбору, сортировке и первичной переработке отходов и построены высокопроизводительные мусороперерабатывающие и мусоросжигательные заводы.

В отмеченных странах имеются правительственные органы, занимающиеся управлением отходами, действует законодательство, которое устанавливает необходимые требования к производителям материалов и изделий, позволяющее при завершении сроков их эксплуатации проводить их утилизацию с наибольшей эффективностью. Разработаны экономические стимулы для производителей продукции из вторичных материальных ресурсов. Важнейшим направлением в области управления отходами является гармонизация национальных законодательств, обмен передовыми технологиями между странами, стимулирование исследовательской деятельности, направленной на вовлечение отходов в хозяйственный оборот.

В РФ система обращения с отходами отстает от уровня ведущих стран, а существующие при этом проблемы, несмотря на огромные территории, являются более острыми. Это связано во многом с тем, что страна позднее других начала масштабную работу по утилизации отходов и пока только создается ответствующая законодательная база и система экономических стимулов для реализации эффективной политики в этой области, а также низка на сегодняшний день экологическая грамотность населения и т. д.

Необходимо особо отметить острую нехватку квалифицированных специалистов, знакомых с современным законодательством по природопользованию, знающих наилучшие технологии, используемые при обращении с отходами, умеющих планировать, организовывать и вести производственную и научно-исследовательскую деятельность в этой области, владеющих способами оптимизации безопасности окружающей среды и возможностями получения из отходов товарной продукции.

Между тем в последние годы происходит серьезное обновление базы российского законодательства в области обращения с отходами, перераспределения полномочий между федеральными и региональными органами власти, немало делается для создания в стране системы управления отходами, побуждающей производителей стремиться к максимальному сокращению образующихся отходов и вовлечению их в хозяйственный оборот. Предстоит большая и кропотливая работа³.

При написании книги использованы работы, посвящённые теоретическим и практическим аспектам обращения с отходами, нормативно-правовые документы в этой области.

В настоящем учебном пособии дано понятие об отходах производства и потребления, предложена их классификация, изложена отечественная нормативно-правовая база управления отходами, рассмотрены особенности горнопромышленных отходов, отходов перерабатывающей и обрабатывающей промышленности, строительства, сельского хозяйства, отходов городских территорий и др., описаны способы переработки и обезвреживания отходов.

При этом переработка отходов («recycling») все больше встраивается в сам технологический процесс по изготовлению различных товаров. В связи с этим, авторы считают, что курс «Обращение с отходами производства и потребления» будет полезен будущим специалистам материального производства.

Предлагаемая вниманию читателей работа, по мнению авторов, пригодится не только студентам ВУЗов, но и специалистам различных отраслей народного хозяйства, занимающимся вопросами улучшения состояния дел в области переработки отходов производства и потребления.

³ Очевидно, в ближайшие годы нужно добиться понятийной и технологической совместимости в проблемах отходов между РФ и Европейским союзом для сближения этих сторон в решении важнейших и всеобщих проблем экологии и ресурсосбережения.

РАЗДЕЛ I

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ОТХОДАМИ

Появление «*homo sapiens*» (человека разумного) качественным образом изменило нашу планету. От простого биологического приспособления человек постепенно перешел к целенаправленному изменению окружающей природной среды.

Удовлетворяя свои материальные и духовные потребности он стал создавать так называемую «техносферу», состоящую из совокупности всех существующих технических систем и устройств (добывающих полезные ископаемые, вырабатывающих энергию, перерабатывающих полученное сырье и производящих средства производства и потребления, сохраняющих и передающих информацию, транспортных средств и т. д.).

При создании техносферы и в процессе эксплуатации материальных объектов образуются так называемые отходы (побочные и нежелательные продукты производства, остатки материалов, отслужившие свой срок предметы, вещи и т. д.). Возникает проблема управления этими отходами, как важнейшей части системы управления техносферой в целом.

Глава 1

ПОНЯТИЕ ОБ ОТХОДАХ И ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ

1.1. Отходы производства и потребления. Опасные отходы

Для расшифровки понятия «отходы» следует рассмотреть главные источники их образования: производство материальных объектов и их эксплуатация или потребление. В этой связи отходы естественно делятся на «отходы производства» и «отходы потребления».

Отходы производства появляются в процессе преобразования материальных объектов, создания (изготовления) любых веществ, продуктов, сооружений и т. д.

Так, в процессе добычи полезных ископаемых (ПИ) из недр извлекается большой объем сопутствующих и вмещающих пород⁴ (отвалы), что создает проблемы их складирования, захоронения, защиты окружающей среды. При

⁴ Вмещающая порода – это горная порода, в которой заключена рудная залежь, жила или иное геологическое тело с полезными ископаемыми.

последующей переработке значительная часть ископаемых не входит в конечные товарные продукты, образуя так называемые «хвосты обогащения»⁵. В результате физико-химической переработки сырья появляются попутные продукты (зола, шлаки, дымовые газы, их тепловой ресурс и т. д.), которые не являются целью данного производства. Кроме того, в процессе изготовления продукции, как правило, образуются остатки материалов, сырья, полуфабрикатов, которые утратили свои полезные свойства (металлическая стружка, кусочки кожи, пряжи и т. д.).

При эксплуатации материальных объектов ненужными человеку становятся и полученные им ранее продукты, которые изнашиваются, ломаются, и т. д. Отмеченные объекты являются «отходами потребления».

К этим отходам относят не только готовые товары (продукты), которые выработали свой ресурс, полностью или частично утратили свои потребительские свойства, но и, по мнению человека (собственника), «морально устарели». Отслужившие продукты могут складироваться их собственниками в месте сбора отходов, передаваться (в соответствии с договором или законодательством РФ) лицу, осуществляющему обработку и утилизацию отходов, либо быть брошенными и оставленными хозяевами с целью отказа от права собственности на них.

Отходами потребления являются и так называемые «коммунальные отходы» – материалы, продукты, изделия и вещества, которые образуются в процессе или в результате деятельности человека при удовлетворении им личных или бытовых нужд, удаляются им как нежелательные или бесполезные и оказывают дестабилизирующее воздействие на природную среду. Эти отходы могут иметь различные фазовые состояния, большая часть из них твердые.

К твердым коммунальным отходам⁶ (ТКО) относят отходы, образующиеся в жилом секторе, на предприятиях торговли, общепита, в административных зданиях, учреждениях, дошкольных и учебных заведениях, железнодорожных и автотокзалах, аэропортах и т. д.

В состав твердых коммунальных отходов входят упаковочная или потребительская бумага, различная тара (металлическая, деревянная, картонная, пластиковая, стеклянная и др.), мебель, предметы и изделия, вышедшие из употребления или утратившие потребительские свойства, сломанные или устаревшие бытовые приборы, сельскохозяйственные и коммунальные пищевые отходы, дворовый и уличный мусор и т. д.

Существуют также *промышленные* отходы потребления, включающие устаревшее оборудование предприятий (машины, станки, изношенный инструмент, технологические приспособления) и т. д.

В последние годы заметно увеличение выхода так называемых «опасных» отходов, как производства, так и потребления.

К *опасным* относятся отходы, содержащие *вредные* вещества, обладающие специфическими свойствами (радиоактивностью, токсичностью, инфекционностью, взрывчатостью, пожароопасностью, *высокой реакционной способностью*

⁵ Товарная медь, полученная из руд с ее обычным содержанием 1,0–1,5 % составляет порядка 0,1 % от перемещенной для ее производства горной массы.

⁶ В западных странах для их обозначения обычно используют термин «муниципальные» или «бытовые» отходы.

и др.), превращающими эти вещества при определенных их количествах, концентрациях и формах существования в непосредственную или потенциальную угрозу жизни и здоровью людей или окружающей среде самостоятельно или при вступлении в контакт с другими веществами.

При безнадзорном нахождении в естественной среде опасные отходы:

- излучают радиацию;
- отрицательно влияют на флору и фауну как в месте хранения, так и на расстоянии, отравляя подземные воды, атмосферу и почву;
- могут быть причиной возникновения инфекций у населения и развития эпидемий;
- легко воспламеняются;
- спонтанно взрываются, вступая в реакцию с другими веществами или элементами окружающей среды;
- вызывают коррозию металлов.

Источниками опасных отходов могут быть промышленные, бытовые и другие объекты.

Промышленные объекты в этой связи по потенциалу опасности (количеству накопленных опасных веществ, запасенной энергии) можно разделить на *неопасные* и *опасные*.

Опасными производственными объектами являются предприятия, цехи, участки и др., на которых:

- получают, используются, перерабатываются, образуются, хранятся, транспортируются, уничтожаются воспламеняющиеся, взрывчатые, горючие, токсичные и высокотоксичные вещества (перечень опасных химикатов приведен в приложении I);
- ведутся горные работы, в том числе в подземных условиях, обогащаются полезные ископаемые;
- производятся расплавы черных и цветных металлов и сплавы на их основе;
- используется оборудование, работающее под высоким давлением или температуре нагрева воды более 115 °С;
- применяются стационарно установленные грузоподъемные механизмы, эскалаторы, фуникулеры, канатные дороги и т. д.

Деятельность опасных производственных объектов регламентируется соответствующими Федеральными законами⁷. Эти объекты подлежат регистрации в государственном реестре, требуют декларирования безопасности, обязательного страхования ответственности за ущерб третьим лицам и др., подвергаются процедурам государственного регулирования техногенной безопасности.

Особую группу опасных отходов (главным образом промышленных) составляют радиоактивные отходы (РАО), которые образуются при добыче, производстве и применении радиоактивных веществ в качестве горючего для атомных электростанций, транспортных средств (например, атомные ледоколы и

⁷ Федеральный закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» от 21 июля 1997 г. № 116-ФЗ в редакции 2020 г.

подводные лодки), а также для других целей (медицина). Эти отходы не относятся к категории ТКО. Обращение с радиоактивными отходами регулируется другими нормативно-правовыми документами (см. гл. 17).

Большую опасность для окружающей среды представляют *токсичные коммунальные отходы*, причем к ним относятся и та категория отходов, которые не являясь изначально (на стадии их появления) опасными, могут приобрести токсичные свойства во время хранения.

Так, медицинские отходы, остатки лаков, красок, клеев, бытовой химии, ядохимикаты и т. д. представляют опасность для окружающей среды при попадании через канализационные стоки в водоемы или при вымывании их со свалки в грунтовые или поверхностные воды. В то же время ртутьсодержащие приборы и батарейки будут безопасными до тех пор, пока не повредится их корпус. После этого ртуть, щелочь, свинец, цинк станут элементами вторичного загрязнения атмосферы, подземных и поверхностных вод.

С целью определения безопасных способов и условий их перемещения, размещения, обезвреживания⁸ и использования на каждый вид отходов устанавливается соответствующий класс опасности.

В РФ существуют две системы классификации отходов по уровню опасности: Росприроднадзора (находящегося в ведении Минприроды) и Роспотребнадзора⁹ (входящего в систему Минздрава).

Росприроднадзор, выдающий компаниям паспорта и лицензии на обращение с отходами (в соответствии с законом об отходах производства и потребления), разделяет их на 5 классов опасности¹⁰, исходя из их влияния на окружающую среду, включая почвы (табл. 1.1).

Т а б л и ц а 1.1

Классификация опасных отходов в РФ

Класс опасности отхода для окружающей природной среды	Степень вредного воздействия опасных отходов на окружающую среду	Критерии отнесения опасных отходов к классу опасности для окружающей природной среды
1	2	3
I класс (чрезвычайно опасные)	очень высокая	Экологическая система необратимо нарушена. Период восстановления отсутствует
II класс (высокоопасные)	высокая	Экологическая система сильно нарушена. Период восстановления не менее 30 лет после полного устранения источника вредного воздействия

⁸ К основным методам уничтожения опасных отходов (кроме радиоактивных) относятся: плазменная газификация, инсинерация (сжигание при температуре около 1000 °С и пиролиз (термическое воздействие в бескислородной среде. Подробнее это изложено в гл. 13. Что касается радиоактивного загрязнения, то химическим путем его невозможно ликвидировать. Единственным способом, позволяющим снизить уровень загрязнения является ожидание того времени, когда произойдет естественный распад радиоактивных элементов.

⁹ Процессы обращения с отходами регулируются Росприроднадзором и Роспотребнадзором.

¹⁰ Классы опасности Роспотребнадзором обозначаются римскими цифрами.

1	2	3
III класс (умеренно опасные)	средняя	Экологическая система нарушена. Период восстановления не менее 10 лет после снижения вредного воздействия от существующего источника
IV класс (малоопасные)	низкая	Экологическая система нарушена. Период самовосстановления не менее 3 лет
V класс (практически неопасные)	очень низкая	Экологическая система практически не нарушена

К отходам I-го класса опасности относятся те, которые содержат ртуть и ее соединения (в том числе сулему (HgCl_2)), хромово-кислый и цианистый калий, соединения сурьмы, в том числе SbCl_3 (треххлорную сурьму), бензапирен, диоксины и др. Это, в частности, могут быть градусники, ртутьсодержащие лампы, элементы гальваники, люминисцентные лампы, манометры, барометры и др. приборы.

Высокоопасными (II класс опасности) считаются отходы, содержащие хлористую медь, сульфат меди, щавелевокислую медь, трехокисную сурьму, соединения свинца и др. Большинство отходов этого класса представлены батареями аккумуляторов.

Умеренно-опасными (III класс опасности) являются отходы, содержащие оксиды свинца, хлорид никеля, четыреххлористый углерод и др. Эти отходы содержат значительную часть нефтепродуктов, кислот и масел. В частности, к ним относятся масляные фильтры, отслужившие свой срок.

К *малоопасным* (IV класс опасности) отходам относятся отходы, содержащие сульфат магния, фосфаты, соединения цинка, отходы обогащения полезных ископаемых флотационным способом с применением аминов и др. Это промышленные, бытовые, коммунальные отходы с критериями загрязнений: нефть, нефтепродукты не более 15 %, лакокрасочные вещества и материалы не более 5 %, присутствие масел не более 15 %.

Отходы, содержащие прочие вещества (например, скорлупа, стружка от дерева, упаковка из древесины, зола, предметы из керамики, обломки кирпича, отходы пищи и др.), считаются практически *неопасными* (V класс опасности).

Классификация Роспотребнадзора выделяет четыре класса опасности отходов с точки зрения их влияния на среду обитания и здоровье человека: от чрезвычайно опасных (например, медицинские отходы инфицированных коронавирусом) до малоопасных (от строительного до бытового мусора). Эти классы обозначаются арабскими цифрами (табл. 1.2).

Классификация вредных веществ (ГОСТ 12.1.007-76)

Класс опасности	Вещества	ПДК ¹¹ в воздухе рабочей зоны, мг/м ³
1	чрезвычайно опасные	менее 0,1
2	высокоопасные	0,1–1,0
3	умеренно опасные	1,1–10,0
4	малоопасные	более 10,0

В приложении II приведены примеры веществ 1 и 2 классов опасности и перечень веществ, относящихся к 3 и 4 классам опасности. Необходимо отметить, что вещества 1 класса опасности, даже в малом количестве способны вызывать летальный исход.

Наличие двух классификаций давно признавалось избыточным и в связи с этим планируется их объединить.

Необходимо отметить, что, несмотря на широкое использование понятия «отходы», существует неоднозначность в его формулировке [101, 55 и др.].

В этой связи приведем определение¹², данное в Федеральном законе РФ от 24.06.1998 № 89-ФЗ (ред. от 07.04.2020) «Об отходах производства и потребления»: отходы производства и потребления (далее отходы) – вещества или предметы, которые образованы в процессе производства, выполнения работ, оказания услуг или в процессе потребления, которые удаляются, предназначены для удаления или подлежат удалению в соответствии с настоящим Федеральным законом...».

На наш взгляд заслуживает внимания и определение понятия «отходов» данное В. Е. Лотошем: «Отходы производства и потребления (далее – отходы) некондиционные остатки сырья, материалов, полуфабрикатов, образовавшихся в процессе производства и потребления товарной продукции, или товарная продукция, полностью или частично утратившая свои потребительские свойства в процессе использования или хранения или нецелевые продукты производства, образованные попутно с товарной продукцией, которые при наличии определенных социально-эколого-экономических условий могут быть использованы в качестве сырья, материалов, полуфабрикатов» [55, стр. 8].

1.2. Проблемы классификации отходов

Последнее определение полезно с методической точки зрения и позволяет более четко структурировать виды отходов. Классификация отходов совершенно

¹¹ ПДК – предельно допустимая концентрация.

¹² На наш взгляд словосочетание «вещества или предметы» нужно заменить на «материальные объекты». Применяя предложенное замечание, мы включаем в состав отходов и тепловое, электромагнитное и другие загрязнения, что имеет место при эксплуатации некоторых видов оборудования, например, парогенераторов, генераторов и др.

необходима для их обезвреживания и рационального использования, поскольку отходы производства и потребления по составу часто являются химически неоднородными, сложными многокомпонентными и многофазными системами, обладают различными физико-химическими свойствами. Они, как уже отмечалось, могут представлять токсическую, химическую, биологическую и коррозионную опасность, имеют огне- и взрывоопасность.

Наиболее общим является деление их по форме материальной субстанции, в которой отходы находятся: вещественные и энергетические. Примеры вещественных отходов приведены выше, а к энергетическим относятся – тепло, шум, радиоактивное излучение и др. Последние отходы, как правило, рассматриваются в специальной отраслевой литературе, например, [54, 93].

Вещественные отходы производства и потребления включают: вещества (кислота серная, оксид алюминия, фосфор красный и т. д.) и смеси веществ (шлак металлургический, шлам водоподготовки, нефтяной шлам и т. д.); материалы (ткань, кожа, бумага, полиэтилен и т. д.); изделия (кирпич, градусники, лампы, кабель и т. д.) и отдельные компоненты изделий.

Отходы можно также классифицировать по: агрегатному состоянию, химическому составу, генезису (происхождению), источнику образования, видам деятельности, в процессе которой они образовались, возможности дальнейшей переработки и использования в народном хозяйстве, степени опасности, токсическому действию, способности к самостоятельному горению и т. д.

По *агрегатному состоянию* эти отходы бывают твердыми, имеющими твердую и жидкую фазы, жидкими, газообразными и/или пылевидными.

По *химическому составу* – органическими и неорганическими.

По *своему происхождению* отходы можно разделить следующим образом:

1. Отходы органического, природного (животного и растительного) происхождения (отходы производства пищевых продуктов, отходы переработки рыбы и других морепродуктов, отходы кожевенной промышленности, отходы обработки и переработки древесины, отходы производства и переработки целлюлозы, бумаги, картона и т. д.).

2. Отходы минерального происхождения (отходы добычи и обогащения полезных ископаемых, лом и отходы металлов и сплавов, металлургические шлаки и пыль, золы, шлаки и пыль от топочных установок и др.).

3. Отходы химического происхождения (отходы фармацевтической продукции, гальванические шламы, отходы оксидов, гидроокисей, солей, отходы органических и неорганических кислот, отходы средств защиты растений, средств дезинфекции, отходы продуктов переработки нефти, угля и сланцев, отходы органических растворителей, красок, лаков, клеев, мастик и смолы, отходы полимерных материалов и резины, отходы затвердевших и незатвердевших пластмасс, отходы взрывчатых веществ, отходы чистящих и моющих средств и др.).

По *источнику образования* отходы можно классифицировать на:

1) отходы производств различных отраслей народного хозяйства: горно-промышленного, литейного и металлургического, машиностроительного, химического, стекольного, швейного, текстильного, сельскохозяйственного и других производств, строительной и пищевой индустрии и т.п.;

2) транспортные отходы (выхлопные газы, остатки масел, изношенные шины и т. д.);

3) отходы коммунальные, включая бытовые отходы (твердые бытовые отходы, мусор уличный и рыночный, растительные отходы садов и парков, отходы от водоподготовки, обработки сточных вод и использования воды, шлам при обработке сточных вод и т. д.).

Классификацию отходов *по видам человеческой деятельности*, в процессе которой они образовались, можно представить следующим образом:

1. Добыча, обогащение, транспортировка сырья, материалов и продукции.
2. Переработка сырья и материалов.
3. Производство промышленной и сельскохозяйственной продукции,
4. Обслуживание и ремонт технологического и электрооборудования, компонентов инженерных приборов, агрегатов и т. д.
5. Строительная деятельность, реновация жилого фонда и ремонт зданий.
6. Эксплуатация и ремонт транспорта.
7. Деятельность научных и производственных лабораторий.
8. Лечебная деятельность.
9. Учебная деятельность.
10. Хозяйственная деятельность, включая благоустройство производственных территорий.
11. Эксплуатация зданий и сооружений (стадионов, мостов и т. д.).
12. Химчистка и стирка.
13. Общественное питание.
14. Борьба с чрезвычайными ситуациями (пожарами, наводнениями, землетрясениями и т. д.).

По возможности дальнейшей переработки и использования в народном хозяйстве отходы производства и потребления разделяются на:

- вторичные материальные ресурсы, пригодные к эффективному употреблению на данном этапе развития науки и техники;
- отбросы (отходы, применение которых в народном хозяйстве в настоящее время невозможно или экономически нецелесообразно) и мусор¹³.

По *токсическому действию* (степени воздействия на среду обитания и здоровье человека) отходы (в соответствии с СП 2.1.7.1386-03 «Санитарные правила по определению класса опасности токсичных отходов производства и потребления») делятся на четыре класса (табл. 1.2).

По *способности к самостоятельному горению* отходы бывают горючими и негорючими.

Необходимо отметить, что проблема классификации отходов имеет как научное, так и практическое значение. Существующие классификации требуют обособления, доработки и уточнения. От этого зависит, в частности, возможность переработки отходов, утилизации ценных компонентов и веществ. Смешивание отходов при складировании существенно затрудняет тем самым последние процессы.

¹³ К мусору причисляют смесь твердых бытовых и строительных отходов (отбросов) случайного состава.

Важнейшее практическое значение имеет Федеральный классификационный каталог отходов¹⁴ (далее ФККО), разработанный с целью организованного учета всех остатков деятельности как человека, так и производства для обеспечения безопасности окружающей среды.

ФККО представляет собой кодовый справочник, содержащий перечень разных видов отходов производства и потребления¹⁵, который постоянно пополняется. В приложении III приведены основные блоки ФККО в редакции от 02.11.2018.

Отмеченный каталог является базовым документом при составлении паспортов опасных отходов, необходимых при различных формах обращения с ними. С помощью ФККО субъекты хозяйствования могут провести оптимизацию в сфере обращения с отходами, самостоятельно определить необходимость лицензии при транспортировке, переработке и утилизации отходов и т. д.

1.3. Недостижимость безотходных технологий

В заключение этого параграфа отметим еще одно очень важное обстоятельство. Очевидно, что уменьшение количества отходов является одним из радикальных способов борьбы за сохранение окружающей среды и рациональное использование природных материалов. В этой связи приоритет в природопользовании должен уделяться созданию технологий с минимальными отходами («малоотходных»). При этом в ряде научно-технических и учебных изданий (Б. Н. Ласкоркин, А. П. Цыганков, П. П. Пальгунов, В. А. Вронский, С. В. Белов и др.) вводится понятие о так называемых «безотходных технологиях» (безотходном производстве), которые нужно стремиться создавать, а малоотходные технологии являются лишь промежуточным этапом на пути к этому.

Между тем в других работах (например, Н. Ф. Реймерс, 1992; В. Е. Лотош, 2007) доказывается принципиальная невозможность достижения полной безотходности. Этот термин по Н.Ф. Реймерсу является условным, метафоричным, поскольку добиться малого количества энергетических отходов, а тем более энергетической безотходности невозможно даже теоретически, так как поток энергии однонаправлен и все ее количество, в конечном счете, переходит в тепло.

Положение о принципиальной недостижимости «безотходных технологий» вытекает из второго начала термодинамики, согласно которому нельзя построить периодически действующую машину, работающую только за счет охлаждения источника тепла, без каких-либо изменений в других телах. Еще французским ученым С. Карно (1824) показано, что любая тепловая машина должна содержать помимо источника теплоты (нагревателя) и рабочего тела,

¹⁴ Федеральный классификационный каталог отходов утвержден приказом Росприроднадзора РФ от 22 мая 2017 г. № 242 (ред. от 02.11.2018).

¹⁵ Имеется также база данных отходов (БДО) в виде электронной таблицы, которая ведется службой природопользования и находится на ее одноименном сайте. Она содержит следующую информацию об утилизируемом сырье: числовой код, наименование, физическую форму, сферу получения, критерий воздействия на среду и основание – приказ о включении в ФККО.

совершающего термодинамический цикл, например пара, также и теплоприемник (холодильник), которому отдается часть тепла. Таким образом, тепловые потери невозможно исключить даже теоретически, что представляет собой принципиально неустранимые отходы всех технологий.

Имеются и другие аргументы против возможности реализации идеальных «безотходных» технологий [55]. Во-первых, это эколого-, экономо- и социально-этические ограничения, которые могут быть связаны, в частности, с тем, что переработка отходов производства и потребления или экологически опасна, или экономически нецелесообразна, или социально неприемлема (переработка трупов на мыло и изделия из кожи, как это практиковали нацисты Германии в отношении узников концлагерей). Во-вторых, структуры товарной продукции и структуры отходов не совпадают. Например, подавляющей частью отходов горнодобывающей промышленности являются песчано-глинистые вещества, которые могут быть использованы в производстве строительных материалов. Их выход свыше 100 млрд тонн в год (реализуемый в начале XXI века) в таком количестве человечеству не требуется¹⁶. В-третьих, установки для переработки отходов какого-либо производства создают свои собственные отходы, которые также нужно перерабатывать.

Отмеченное показывает неприемлемость формулировки понятия «безотходные технологии» и невозможность получения той или иной продукции со 100 %-м отсутствием отходов.

В этой связи отметим, что в Большом энциклопедическом словаре приводится такое определение: «Безотходная технология – термин, часто употребляемый в литературе для обозначения малоотходных технологических процессов» [13].

В соответствии с решением Европейской экономической комиссии ООН и Декларации о малоотходных и безотходных технологиях и использовании отходов принята следующая формулировка (предложенная СССР): «Безотходная технология есть практическое применение знаний, методов и средств, с тем, чтобы в рамках потребностей человека обеспечить наиболее рациональное использование природных ресурсов и энергии и защитить окружающую среду» [55].

Таким образом, «безотходная технология» – это своеобразная идеальная модель, некий недостижимый предел, к которому стремятся реальные малоотходные технологии, как совокупности методов обработки, изготовления, изменения состояния, свойств, форм сырья, материала или полуфабриката, которые применяются в процессе производства для получения той или иной продукции с минимальными отходами.

Безотходные технологические процессы лежат в основе так называемого «безотходного производства» (БП) «...одного из современных направлений развития реального производства. БП предусматривает комплексное использование сырьевых и энергетических ресурсов без ущерба для окружающей среды. Основные принципы организации безотходного производства: разработка и внедрение

¹⁶ Согласно этому необходимо стремиться к наиболее полной переработке в исходное сырье отслуживших свой срок основных материалов, используемых для человеческой цивилизации.

новых технологических процессов, уменьшающих количество отходов; создание методов и оборудования для переработки отходов в товарную продукцию, включая утилизацию отходов одного производства и применение их в качестве сырья для других производств; полное использование (также в одном или нескольких производствах) потребляемых топливно-энергетических ресурсов; внедрение бессточных водооборотных систем с очисткой воды» [83].

В последние годы наряду с понятиями малоотходного и безотходного используют понятие «экологически чистого производства» (ЭЧП). В соответствии с принятой в 1992 году программой организации ООН по промышленному развитию (ЮНИДО) и конференции по ЭЧП в Оксфорде (1996), экологически чистое производство – это «непрерывное использование совокупной превентивной стратегии защиты окружающей среды от процессов и изделий с целью снижения рисков для человека и окружающей среды» [124].

ЭЧП применительно к производственным процессам означает сокращение материальных и энергетических затрат, исключение из переработки токсичных сырьевых материалов, уменьшение количества и уровня токсичности всех выбросов и отходов еще до их выхода из производственного процесса. Применительно к продукции «экологически чистое производство» характеризуется уменьшением негативного воздействия изделия в течение всего его жизненного цикла.

В странах Запада предлагаемые технологии сравнивают с ВАТ (best available technology) – лучшей из доступных технологий. Для этого существуют показатели ВРТ (best possible technology) – лучшей из возможных технологий.

Контрольные вопросы и задания

1. Что входит в понятие «система управления отходами»?
2. Какое направление на Ваш взгляд является приоритетным при совершенствовании системы управления отходами и почему?
3. В чем заключаются социальные и воспитательные функции в области управления отходами?
4. Как на Ваш взгляд следовало бы дать общее определение отходов, которое бы включало в себя и вещественное и энергетическое загрязнение окружающей среды?
5. Дайте классификацию опасных отходов по Росприроднадзору.
6. Какой фактор является единственным, позволяющим снизить уровень радиоактивного загрязнения природы?
7. Для чего производится классификация отходов?
8. Как правильно разделить отходы по своему происхождению?
9. Какую информацию об отходах содержит ФККО?
10. Почему недостижимы «безотходные технологии»?
11. Что такое «экологически чистое производство»?

Глава 2

ОТХОДЫ И АНТРОПОГЕННОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Как отмечалось в первой главе, номенклатура отходов производства и потребления весьма многообразна. Также значительны и их объемы. По некоторым оценкам ежегодное количество отходов в мире составляет: твердых – свыше 3 млрд тонн, жидких (промышленных и бытовых стоков) – до 700 км³, газообразных веществ – более 25 млрд тонн, причем последние на 90 % представлены углекислым газом. При пересчете на одного жителя в развитых странах ежегодно образуется 1,0–2,5 т промышленных и 300–750 кг коммунальных отходов [55].

Таким образом, промышленные отходы (ПО) в мире в целом преобладают над коммунальными. Качественный спектр ПО также гораздо обширнее, чем последних. Промышленные отходы в больших объемах создаются на каждом участке многочисленных заводов и фабрик, ферм, свинарников, морских промыслов. На долю производственных приходится большая часть твердых и, особенно, газообразных отходов, загрязненных стоков. Преобладание среди газообразных отходов углекислого газа способствует созданию так называемого «парникового эффекта».

Источником огромного количества газообразных, жидких и твердых отходов, наносящих серьезный ущерб окружающей среде, является транспорт и прежде всего автомобильный.

Огромное суммарное количество отходов промышленного, сельскохозяйственного и бытового происхождения вызывает механическое, химическое, биологическое, тепловое, шумовое, электромагнитное и другие виды загрязнений окружающей среды. Все это отрицательно влияет на здоровье человека и перспективы жизни следующих поколений, на животный и растительный мир и природу в целом. Нарушается динамическое равновесие, при котором последняя успешно справляется с переработкой отходов, используя бактерии, воду, воздух и солнечный свет.

Наблюдаемый рост численности населения планеты, увеличение его материальных и духовных запросов приводят к дальнейшему наращиванию объемов образования отходов, усугубляя экологические проблемы.

Что касается территории России, то в стране также происходит существенный рост ежегодно образующихся отходов (за период с 2010 по 2017 годы – на 66,5 %), что вызывает целый ряд серьезных экологических и социальных проблем, особенно в мегаполисах и крупных промышленных центрах.

В этой связи представляет интерес динамика образования отходов производства и потребления в РФ по видам экономической деятельности (табл. 2.1).

Таблица 2.1

Динамика образования отходов производства и потребления в РФ [26]

Виды деятельности	Годы							
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Всего, млн т, в том числе:	3734,7	4303,3	5007,9	5152,8	5168,3	5060,2	5441,3	6220,6
сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство	24,1*	27,5*	26,1*	40,3*	43,1*	45,8*	49,2	41,5
добыча полезных ископаемых	3334,6	3818,7	4629,3	4701,2	4807,3	4653,0	4723,8	5786,2
обрабатывающие производства	280,1	280,2	291,0	253,7	243,1	282,9	549,3	274,8
обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха; водоснабжение, водоотведение, организация сбора и утилизации отходов, деятельность по ликвидации загрязнений**	68,0	58	28,4	24,1	28,3	26,4	27,7	30,5
строительство	11,1	14,1	14,6	16,7	17,6	17,1	21,1	–
транспортировка и хранение***	4,9	3,7	3,1	4,5	3,9	2,9	3,0	–
предоставление прочих видов услуг****	2,3	69,6	3,2	6,0	7,6	5,0	0,6	0,2

Примечания:

*За исключением рыболовства и рыбоводства

**Названия даны в соответствии с действующим в настоящее время Общероссийским классификатором видов экономической деятельности (ОКВЭД). До 2016 г. данный вид экономической деятельности имел название производство и распределение электроэнергии, газа и воды. Данные за 2016 г. и 2017 г. не вполне сопоставимы со сведениями за предыдущий период.

*** До 2016 г. – транспорт и связь.

**** До 2016 г. – предоставление прочих коммунальных, социальных и персональных услуг.

В табл. 2.2 приведены данные по классам опасности отходов производства и потребления.

Таблица 2.2

Распределение отходов производства и потребления в млн тонн по классам опасности в 2017 году [26]

Классы опасности					Всего
I	II	III	IV	V	
0,02	0,22	17,1	90,4	6112,9	6220,7

Две трети отходов I класса опасности образуется в обрабатывающих производствах, почти 1/5 – на объектах по производству и распределению электроэнергии, газа и воды, примерно 90 % отходов II класса опасности – в обрабатывающих производствах.

Необходимо отметить, что наибольший объем образования отходов (93 %) приходится на добычу полезных ископаемых (ПИ), значительная часть которых поставляется на экспорт. При этом нужно понимать, что наращивая объемы добычи и продажи природных богатств, страна не только лишает будущие поколения своих граждан сырьевых ресурсов, но и необратимо ухудшает состояние окружающей среды в регионах их добычи и переработки (деградация земель, загрязнение водных источников и атмосферного воздуха). Высоки объемы образования отходов при переработке природного сырья в топливно-энергетическом комплексе, горно-металлургической, химической промышленности, а также сельскохозяйственном производстве.

К основным продуцентам твердых, газообразных и жидких отходов относятся объекты горно-обогатительного комплекса и, в целом, первого передела¹⁷. Общий список 25 предприятий, попавших в число наиболее крупных загрязнителей воздушного (22,4 % всех выбросов) и водного (14,3 % всех выбросов) бассейнов, возглавили 4 металлургических комбината (Норильский, Магнитогорский, Череповецкий, Новолипецкий) [86]. При этом нужно учесть, что наряду с большим количеством выбросов и сбросов предприятия первого передела продуцируют и самые опасные токсиканты (диоксины, фураны, бензапирен, цианиды, ртуть и т.п.).

Рассмотрим проблемы утилизации¹⁸, обезвреживания¹⁹, хранения²⁰ и захоронения отходов в нашей стране.

По данным Росприроднадзора количество утилизированных отходов производства и потребления в целом составляет только половину от общего числа образованных отходов. При этом (данные 2017 г.) по виду деятельности «добыча полезных ископаемых» было утилизировано 52 % от общего количества соответствующих отходов, по «обрабатывающим производствам» – 49 %, сельскому хозяйству – 65 %, строительству – 16 %.

Серьезную проблему для экологии представляет накопление значительных объемов отходов, характерное для всех видов экономической деятельности и коммунального сектора. Ежегодно сотни миллионов тонн отходов направляются на свалки и полигоны. На конец 2017 года общая величина накопленных отходов составляла 38,1 млрд тонн [26]. Это создает значительную нагрузку на окружающую среду. Общая площадь земель, занятых отходами в России, увеличивается

¹⁷ Передел в химической технологии и металлургии – стадия производства или переработки, например, получение химических концентратов, выплавка чугуна, получение стали и др.

¹⁸ Утилизация (от лат. *utilis* – полезный) – употребление с пользой. Утилизация отходов осуществляется преимущественно для целей повторного использования (рециклинга).

¹⁹ В наибольшей степени обезвреживаются такие отходы I-го класса опасности, как лампы ртутные, ртутно-кварцевые, люминесцентные. Они отправляются на демеркуризацию (удаление ртути и ее соединений).

²⁰ Под хранением отходов (промежуточный этап) понимается их размещение в специализированных объектах сроком более чем 11 месяцев в целях утилизации, обезвреживания и захоронения.

и в настоящее время превышает 4 млн га. На этой площади размещаются более 1000 полигонов и 14 тысяч зарегистрированных свалок, а также несанкционированные объекты захоронения.

Отмеченное не только приводит к возрастанию негативного воздействия сохраняемых отходов на окружающую среду (полигоны и свалки, как правило, являются источниками химического и биологического загрязнения различными вредными веществами почвенно-земельных, водных ресурсов и атмосферного воздуха), но и связано с существенными потерями вторичных материальных ресурсов.

В стране появилась необходимость вывода из эксплуатации старых объектов захоронения, которых насчитывается 17 тысяч (в том числе и несанкционированных).

Надо отметить, что в последние годы количество введенных в действие установок по утилизации отходов имеет тенденцию к росту, однако говорить о кардинальном улучшении ситуации в сфере обращения с отходами не приходится.

Особенно это касается твердых коммунальных (бытовых) отходов. Например, в 2017 году по данным Росстата объем ТКО, вывезенных на мусороперерабатывающие заводы составил только 10 % (или 27,9 млн м³) от общего объема твердых коммунальных отходов. При этом 2,2 % отходов было направлено на обезвреживание (в том числе на мусоросжигающие предприятия), а остальные (более 87 %) были захоронены.

Одной из основных проблем обращения с ТКО является то, что сбор отходов осуществляется преимущественно смешанным способом, когда они накапливаются в контейнерах без предварительной сортировки. Применение смешанной системы сбора ТКО увеличивает нагрузку на полигоны и одновременно снижает объемы выбора вторичных ресурсов.

Между тем в конце 2017 года принят Федеральный закон РФ²¹, в котором закреплен отдельный сбор мусора в России. Это закон дает регионам широкие полномочия в определении территориальных схем размещения отходов, которые ранее согласовывались с Росприроднадзором.

Вместе с тем в законе отсутствуют меры стимулирования переработки отходов, которые бы способствовали созданию соответствующих производств, а также мер поощрения граждан за отдельный сбор отходов. Необходимо отметить, что у нас недостаточно сформирована и городская культура граждан.

Низкий процент использования ТКО связан также с недостаточным развитием инфраструктуры для отдельного сбора, транспортировки и переработки отходов.

В целом преобладающий уровень удаления ТКО посредством захоронения и нарушения экологических требований при их размещении приводят к загрязнению почвы, водоносных горизонтов токсичными веществами, содержащимися в фильтрате, образующемся при захоронении отходов, выделению биогаза (метана), способного к самовозгоранию и горению отходов в местах захоронения, что

²¹ Федеральный закон «О внесении изменений в Федеральный закон «Об отходах производства и потребления» от 31.12.2017 № 503-ФЗ.

обуславливает загрязнение атмосферы продуктами горения. К этому негативному воздействию добавляются также газообразные и жидкие отходы, которые выбрасываются в окружающую среду и рассеиваются в ней. При этом, как уже отмечалось, безвозвратно теряются материальные и энергетические ресурсы²², которые могли бы быть использованы в качестве сырья для производства новых товаров.

Таким образом, важнейшей народно-хозяйственной задачей является максимально возможное использование отходов производства и потребления в качестве вторичных материальных ресурсов, что позволит уменьшить потребности в первичном сырье и снизить техногенную нагрузку на недра.

Следует отметить, что уровень затрат важнейших видов сырья, материалов и топливно-энергетических ресурсов в экономике России значительно превышает аналогичные показатели развитых стран. Основной причиной отставания РФ от последних по показателям ресурсоемкости экономики является более низкий уровень развития производственной базы, использование устаревшего оборудования и технологий.

Снижение материало- и энергоемкости единицы внутреннего валового продукта (ВВП) отечественной промышленности может быть достигнуто только при условии усовершенствования технологий²³, уменьшения количества образующихся отходов и использования их в качестве вторичных ресурсов. Резервы здесь значительные, например металлическая стружка при изготовлении деталей из проката черных металлов образуется в количестве 15 % (в среднем) от массы заготовок, при обработке чугунных отливок – 35 %, опилки при распиловке древесины и изготовлении из нее продукции образуются в количестве 7–18 % от массы используемого сырья.

Средний уровень хозяйственного использования отходов в России примерно в 2 раза ниже, чем в индустриально развитых странах. Для показа резервов вторичных материальных ресурсов, имеющихся в нашей стране, приведена табл. 2.3 [8].

Т а б л и ц а 2.3

Образование и использование некоторых отходов в РФ

Наименование отходов	Образование, млн т	Использование, %
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Лом черных металлов	33,5	82,9
Золы и шлаки теплоэлектростанций (ТЭС)	29,8	10,3
Шлаки доменные	17,7	72,8
Древесные отходы	14,4	52,5
Шлаки сталеплавильные	7,4	41,8
Макулатура	3,8	31,7

²² Состав мусора, образующегося в разных странах, примерно одинаков, в нем преобладают органические отходы (70–80 %), что свидетельствует о высокой теплоте сгорания ТБО. В некоторых странах (например, в Японии и Швейцарии) доля сжигаемых бытовых отходов превышает 70 %. Это связано с тем, что там не хватает «свободной» земли для организации свалок.

²³ В перспективе – переход к аддитивным технологиям.

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Автопокрышки изношенные	1,1	10,0
Полимерные отходы	0,7	11,4
Текстильные отходы	0,37	50,4
Отработанная серная кислота	0,29	82,8
Стеклобой	0,6	34,2
Ртутьсодержащие отходы	0,004	40,5

Таким образом, объемы образования и переработки отходов производства и потребления зависят от уровня индустриального и научно-технического развития страны.

Для уменьшения объемов образования отходов и увеличения степени их переработки необходимо развитие научных исследований, совершенствование системы образования, техническое перевооружение производственной базы в направлении расширения масштабов внедрения ресурсосберегающих технологий, а также наращивание мощностей по переработке отходов производства и потребления.

Контрольные вопросы и задания

1. В чем состоит противоречие современного развития человеческого общества?
2. Охарактеризуйте основные источники и причины негативного воздействия человека на природу.
3. Что такое антропогенное загрязнение окружающей среды?
4. Что такое «парниковый эффект»?
5. Проанализируйте причины роста объемов отходов в мире и в нашей стране.
6. Какой вид отходов в РФ является наибольшим по объему?
7. Оцените (рассчитайте) количество твердых коммунальных отходов, приходящихся в нашей стране на 1 человека в год.
8. Какие промышленные объекты являются у нас основными продуцентами твердых, жидких и газообразных отходов и какие экологические проблемы они создают?
9. В чем состоит негативное воздействие на окружающую среду отходов, размещенных на несанкционированных свалках?
10. Назовите основные причины образования большого количества промышленных отходов.
11. Какова динамика образования отходов в РФ?
12. Назовите малоиспользуемые промышленные отходы в РФ?
13. Каковы основные причины отставания России от ведущих стран мира по показателям ресурсоемкости и энергоэффективности экономики?

КОНЦЕПЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ОТХОДАМИ

Концепции системы управления отходами производства и потребления были сформированы человечеством во второй половине XX-го века. Европейским советом в целях сближения различных национальных практик в 1975 году была принята так называемая Рамочная директива об отходах (the Waste Framework Directive – 75/442/ЕЕС), установившая общие требования и основные определения в области обращения с отходами (сегодня она действует в новой редакции от 2008 года под обозначением Directive 2008/98/EC).

За прошедшее время страны Евросоюза существенно продвинулись в решении проблем утилизации отходов. Система управления отходами прошла несколько этапов развития:

1. Открытое размещение на мелких свалках (начало 70-х годов XX столетия).
2. Строительство полигонов – инженерных сооружений с введением мониторинга и утилизацией биогаза (конец 70-х годов).
3. Развитие системы сбора полезных компонентов, становление рынка вторичного сырья (80-е годы).
4. Механическая сепарация отходов с целью отделения органической составляющей и дальнейшего компостирования (90-е годы).
5. Современная схема переработки ТБО. Отбор вторичного сырья, отделение органики для компостирования и сухих фракций с целью сжигания и получения энергии, захоронение остатков (10 % от первоначального объема), а в дальнейшем вовлечение их в хозяйственный оборот и полный отказ от захоронения отходов.

В результате совместных усилий разных стран мира была разработана стратегия по управлению отходами, связанная с минимизацией их образования, максимизацией переработки, вторичного использования и экологического захоронения отходов. Эта стратегия соответствует принципам устойчивого развития, сформулированным ООН в 1995 году.

Основополагающими концепциями управления отходами, служащими для реализации этой стратегии являются следующие:

- *принцип предотвращения образования отходов* – ориентация на снижение количества образующихся отходов, за счет использования меньшего количества материалов при разработке и изготовлении продуктов, более длительных сроках их эксплуатации и уменьшения содержания в них вредных компонентов, а также создания малоотходных технологий;
- *принцип максимальной переработки* образующихся отходов и минимизации их захоронения;
- *принцип сочетания* (комплексности) организационно-управленческих, правовых, экономических, технико-технологических и образовательно-воспитательных регуляторов;

- *соблюдение иерархии управления* отходами (приоритетности), приоритеты по обращению с отходами расставляются следующим образом: предотвращение, минимизация, вторичное использование, использование материального потенциала, использование энергетического потенциала, захоронение;
- *принцип разделения*. Организация отдельного сбора мусора, применение разных подходов к обращению с различными компонентами отходов;
- *принцип предосторожности*. При существовании угрозы серьезного или необратимого ущерба для окружающей среды (ОС) и/или здоровья человека даже отсутствие всеобъемлющих научных доказательств не должно быть причиной отказа от реализации экономически эффективных мероприятий по предотвращению деградации ОС;
- *принцип близости*. Отходы должны перерабатываться и обезвреживаться как можно ближе от места их образования, а лучше непосредственно на этом месте;
- *расширение сфер ответственности производителя* – т.е. возложения на него полной ответственности за весь жизненный цикл продукта и его упаковочный материал (включая его утилизацию);
- *принцип «загрязняешь – плати»* – стратегия, предусматривающая возмещение причиненного ущерба окружающей среде. Производитель обязан оплачивать расходы на утилизацию собственных отходов.

Реализация концепций, как правило, учитывает исходные условия на соответствующей территории.

Россия в сфере обращения с отходами значительно отстает от ведущих стран мира, но, тем не менее, в нашей стране с 2017 по 2019 годы началось внедрение новой системы обращения с отходами. Предполагается их отдельный сбор, жесткие санкции за ненадлежащую утилизацию, поэтапное введение запрета на захоронение отходов, пригодных к вторичной переработке. В ряде регионов разработаны стратегии обращения с отходами, которые предполагают достижение целевых показателей уровня переработки и снижения воздействия на окружающую среду, а также использование наилучших доступных технологий.

В Российской Федерации в основном используется *централизованная система управления отходами*, которая предполагает единую (чаще государственную) форму собственности для предприятий, осуществляющих сбор, транспортировку, переработку всех видов отходов и управление всей системой из единого центра. Необходимо отметить, что такая система не учитывает специфику регионов и становится особенно неэффективной при увеличении объемов производства.

В этой связи РФ, которая переживает всеобъемлющую деструкцию централизованной системы управления в политике и экономике, переходит к децентрализованным методам управления отходами. Система управления отходами в городах страны состоит из подсистем сбора, транспортировки, переработки и утилизации.

Децентрализованная система обращения с отходами включает в себя предприятия различных форм собственности, конкурирующих между собой. Эти предприятия могут выполнять работы на всех этапах обращения с отходами или на отдельном конкретном направлении, например, специализироваться на их вывозе. При этом городские муниципальные власти формируют тарифную политику, определяют перечень правовых, технических, временных условий для всех участников системы.

Введение этой системы эффективно при:

- установлении прав собственности на все элементы управления отходами;
- оплате производителем затрат по обращению с отходами;
- жестком контроле над системой со стороны государства [101].

Например, в Москве и Московской области до 50 % бытовых отходов транспортируется негосударственными предприятиями, в крупных городах страны эта доля составляет максимум 20 %, а в небольших городах обращение с отходами полностью централизовано [91, 92].

В городах и поселках РФ система обращения с отходами реализуется на предприятиях муниципальной формы собственности и финансируется из областных и местных бюджетов. В крупных городах частично вводится принцип «загрязняешь – плати».

Основой кардинального решения проблемы отходов производства и потребления является их промышленная переработка, обеспечивающая комплексную реализацию вопросов обезвреживания, утилизации и ликвидации отходов, оптимальное решение экологических вопросов за счет создания малоотходного производства и снижения нагрузки на окружающую среду, а также энерго- и ресурсосбережения за счет получения из отходов вторичной продукции в различных областях народного хозяйства.

Контрольные вопросы и задания

1. Какие этапы были пройдены странами Евросоюза в решении проблемы утилизации отходов?
2. Перечислите и обоснуйте основополагающие концепции управления отходами, связанные с минимизацией их образования, максимизацией переработки, вторичного использования и экологического захоронения.
3. Что составляет основу современной концепции обращения с отходами в РФ?
4. В чем заключаются преимущества и недостатки централизованной системы управления отходами?
5. Что включает в себя децентрализованная система обращения с отходами и каковы ее преимущества?
6. Что является основой кардинального решения проблемы отходов производства и потребления?

Глава 4

СТРУКТУРА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОТХОДАМИ

4.1. Иерархия управления отходами в ЕС

Система управления отходами должна строиться в виде иерархической структуры (последовательности наиболее предпочтительных способов деятельности), в которой приоритет отдается методам, уменьшающим образование отходов; их повторному использованию и переработке, что позволяет снизить объем мусора, подлежащего уничтожению и захоронению.

В качестве примера рассмотрим иерархию управления отходами в странах Евросоюза на основе уже упомянутой директивы 2008/98/ЕС.

Схема иерархии представлена на рис. 4.1 в виде перевернутой пирамиды, что соответствует сокращению объема отходов при движении от стадии их образования к «концу трубы» – той стадии, где они подвергаются захоронению, причём относительная значимость каждой опции подчёркивается размерами шрифта.

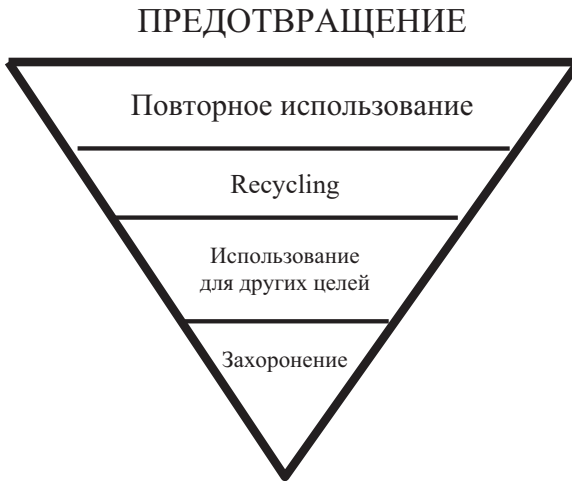


Рис. 4.1. Иерархия управления отходами в ЕС. Recycling – утилизация, повторное использование или возвращение в оборот отходов производства или мусора²⁴

4.1.1. Предотвращение (минимизация) образования отходов

Иерархия начинается с предотвращения²⁵, точнее сокращения отходов у «источников» их образования (а также уменьшения их токсичности и других вредных характеристик).

²⁴ См. п. 4.1.3.

²⁵ На наш взгляд термин «предотвращение» не совсем верно отображает уровень обращения с отходами, поскольку безотходных технологий в принципе не существует.

«Предотвращение» образования отходов в литературе понимается, как необходимость разработки материалов, товаров и услуг таким образом, чтобы при их производстве, использовании, повторном использовании и рециклинге, а также при удалении в связи с завершением срока их службы образовывалось как можно меньше отходов [72]. По существу это определение и есть «минимизация» образования отходов.

В директиве 2008/98/ЕС речь идет об использовании меньшего количества материалов при разработке и изготовлении продукта, более длительных сроках его эксплуатации и уменьшении содержания в нем вредных компонентов [130].

В рамках реализации этой политики на конец 2014 года в странах ЕС было принято 36 национальных и региональных программ [144] по «предотвращению», которые ориентированы на домохозяйства, муниципалитеты, сельское хозяйство, добывающий сектор промышленности. Большинство из этих программ имеют дело с пищевыми отходами, электрическими и электронными компонентами, батарейками, упаковками, а также опасными отходами.

В частности, можно привести пример добровольного соглашения между супермаркетами и организациями «Программа действий по отходам и ресурсам» по реализации проекта, связанного с распространением биоразлагаемых (и затем компостируемых) упаковочных материалов.

В Ирландии «Центром чистых технологий» развернуты программы по техническому содействию, финансированию и стимулированию малых и средних предприятий, неправительственных организаций и местных властей, осуществляющих проекты по предотвращению образования отходов.

В работе [72] отмечается, что речь идет лишь о первых шагах, но движение в сторону «предотвращения» с каждым годом усиливается.

Радикальным путем сокращения отходов при производстве товаров, на наш взгляд, является создание малоотходных и принципиально новых, так называемых аддитивных технологий, при которых изделия получают не удалением из заготовки части материала (стружки), а наращиванием их до необходимых размеров и формы (наподобие живой природы).

К отмеченному можно также добавить следующее: для уменьшения проблем, связанных с последним этапом обращения – захоронением отходов, целесообразно создавать «природоподобные» (т.е. совместимые с биосферой) материалы, отходы из которых могут быть «встроены» в природные обменные процессы.

4.1.2. Повторное использование

Следующий уровень иерархии – «повторное использование» по определению, данному в директиве 2008/98/ЕС, означает «любую операцию, посредством которой продукты или компоненты, не ставшие отходами, вновь используются для той же цели, для которой они были изначально произведены».

Классическим примером этого является повторное использование стеклотары советского времени, когда население регулярно сдавало пустую посуду из под молочной и другой продукции. В качестве второго примера можно привести

также повторное применение населением в строительстве гаражей и других объектов материалов (кирпичей, шлакоблоков, досок, арматуры и т.п.), полученных при разборе «старых» зданий и сооружений.

Повторное использование охватывает такие виды отходов, как мебель, холодильники, телевизоры, компьютеры, одежда, игрушки, велосипеды, кухонная утварь, украшения, вышедшие из моды, запчасти от автомобилей и т.п.

Здесь перечислено, в частности то, что домохозяйства могут дешево продать или пожертвовать в пользу экономически менее состоятельных граждан.

Например, в Швеции создаются специальные центры для сбора отмеченного выше, где осуществляется обновление или ремонт и продажа подержанных товаров по принципу «Second hand».

Одновременно в интернете и средствах массовой информации развивается движение за повторное использование в быту отслуживших свой срок вещей и материалов, в духе концепции «сделай сам».

Следует отметить, что при всей важности пропаганды бережливости и рачительности среди людей, сфера действия данного принципа относительно небольшая.

4.1.3. Recycling (утилизация отходов)

Следующий этап в директиве 2008/98/ЕС определяется как «recycling» (утилизация). Под этим термином в документе понимается любая операция, при которой материал отходов перерабатывается в продукты, материалы и субстанции независимо от того, служит ли полученный в результате продукт своим изначальным или каким-либо иным целям (в частности, переработка органических отходов в компост). В то же время использование отходов для энергетических целей к этому уровню иерархии не относится [130].

Здесь для сравнения необходимо дать понятие «утилизации», сформулированное в Федеральном законе РФ от 29.12.2014 № 458-ФЗ (в ред. от 03.04.2018): Утилизация отходов – использование отходов для производства товаров (продукции), выполнения работ, оказания услуг, включая повторное применение отходов по прямому назначению (рециклинг), их возврат в производственный цикл после соответствующей подготовки (регенерации²⁶), а также извлечение полезных компонентов для их повторного применения (рекуперация). В этой связи перевод термина «recycling» в понятие «рециклинг» (что часто используется) не является верным.

«Recycling» (утилизация) является ключевым элементом управления отходами в ЕС. Более того, с помощью утилизации изменяется сама традиционная схема переработки сырья (рис. 4.2).

²⁶ Регенерация (техн.) – возвращение отработавшему продукту исходных качеств, например, восстановление свойств отработавшей формовочной смеси в литейном производстве, очистка отработавшего смазочного масла, превращение изношенных резиновых изделий в пластичную массу (регенерат) и т. д.

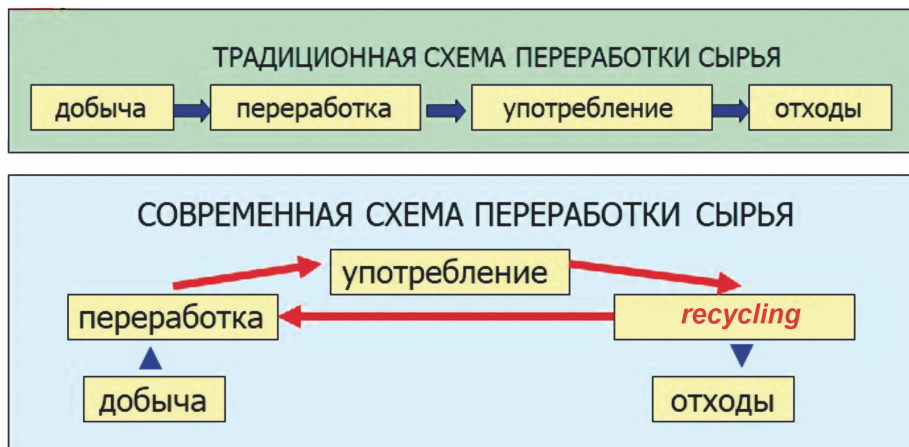


Рис. 4.2. Традиционная и современная схемы переработки сырья

Таким образом «recycling» в ЕС позволяет наиболее полно использовать сырье и материалы и сокращать количество образующихся отходов производства, а также уменьшать объем отходов потребления, попадающих на свалки.

Необходимым элементом, предшествующим утилизации или переработке твёрдых коммунальных отходов (рециклингу в ЕС), является организация их раздельного сбора, которая существенно влияет на последующие уровни иерархии.

Насколько это важно, можно рассмотреть на примере RDF (Rufuse Derived Fuel) – топлива, которое производят из отходов, остающихся после извлечения, так называемого вторсырья, направляемого на переработку – стекла, пластика, металла, бумаги и картона, а также органики (в основном это остатки еды и растений), которые, в свою очередь, либо компостируют, либо захоранивают на полигоне (для дальнейшего получения биогаза). Остатки, в которые входят прочие отходы (неперерабатываемые материалы, а также перерабатываемые, но сильно загрязненные), составляющие примерно 1/3 от всего мусора, измельчают, а затем прессуют в гранулы и брикеты, получая RDF-топливо.

Так, например, в Болгарии RDF-топливо сжигается в печах цементных заводов и на электростанциях. Это топливо изготовлено из твердых коммунальных или промышленных отходов Италии и Великобритании. Итальянские эоактивисты бьют тревогу в связи с тем, что тесно связанный с мафией итальянский мусорный бизнес практикует смешивание бытовых и опасных отходов, а это может угрожать здоровью людей и окружающей среде в процессе дальнейшей утилизации отходов.

Однако ни на одной из стадий производства этого топлива не предусмотрено извлечение опасных отходов (ртутьсодержащих энергосберегающих ламп, батареек, остатков лекарств, лакокрасочной продукции, пластиков). В процессе сжигания все эти отходы могут выделять небезопасные вещества, многие из которых являются стойкими органическими загрязнителями, тяжелыми металлами.

При сжигании этого топлива также остается зола с высокой концентрацией токсинов. Все отмеченное выше вызывает серьезную озабоченность экологов.

Необходимо отметить, что Директива ЕС об отходах предписывает раздельный сбор, как минимум четырех фракций твердых бытовых отходов (ТБО) – металла, стекла, пластика и бумаги, но национальные правительства осуществляют еще более тщательную сортировку мусора (рис. 4.3).



Рис. 4.3. Типичный набор контейнеров в странах ЕС [132]

Особого внимания заслуживает опыт Германии, которая разработала и успешно реализует эффективные концепции сбора и утилизации ТБО [100]. В этой стране работа с бытовыми отходами регламентируется Директивами ЕС, законодательными актами федерального и земельного уровня. Успехи Германии в сфере утилизации отходов являются результатом целенаправленной политики государства, включающей законодательные, финансовые и организационные меры. Среди этих мер – содействие научным исследованиям по созданию прогрессивных методов переработки отходов, широкая пропаганда и распространение этих методов, информированность населения, образовательные программы.

Воспитательная работа по правильному обращению с мусором начинается с детского сада, где детей обучают, как рассортировывать, не смешивая отходы, образующиеся в доме. В образовательных учреждениях помещаются красочные плакаты с информацией о сортировке отходов в пять контейнеров разного цвета²⁷ (синий, коричневый, черный, желтый и зеленый). У жителей городов имеются памятки по сортировке и правильному удалению бытовых отходов, в которой указывается частота вывоза отходов, телефоны службы утилизации и

²⁷ Например, коричневый контейнер служит для биоотходов, туда направляются остатки хлеба, пищевые отходы. Макулатура и картон собираются в синем контейнере. Использованные изделия из стекла, рассортированные по цвету (белые и цветные), размещаются в зеленых контейнерах. Остаточные отходы (зола, окурки, бинты, вата, тампоны и т. д.) направляются в контейнеры черного или серого цвета.

направления размещения еще четырех видов отходов, которые имеют малую частоту образования. Так, старая одежда, одеяла, скатерти направляются в белый контейнер с красным крестом, проблемные и вредные отходы (отработанное масло, аккумуляторы, краски, лаки, люминесцентные лампы, медикаменты и т. д.) вывозятся на специальные пункты вторсырья. Крупногабаритные отходы (мебель, кровати, велосипеды, детские коляски и др.) размещаются владельцами на обочине дороги (рис. 4.4). Сюда также включают крупные отходы из сада и балконов (ящики для цветов, садовый инструмент, срезанные ветви деревьев и т. д.). Другие сыпучие садовые отходы: листву, растения, скошенную траву упаковывают в специальные мешки и вывозят одновременно с крупногабаритным мусором. Упаковки из искусственных материалов (тубики из-под пасты, бутылки из-под шампуня, упаковочная пленка и др.), металлическая упаковка (консервные банки, фольга, алюминиевая пленка и др.), упаковка из нетканых материалов (пакеты из-под молока, сока и т. д.) собираются в специальные желтые мешки.



Рис. 4.4. Сбор отходов на обочинах

Таким образом граждане Германии добросовестно выполняют первичную сортировку и не жалеют денег на сбор, удаление и утилизацию мусора. В частности, тариф на вывоз мусора в г. Мюнстер в среднем составляет 65 евро на человека в год.

В целом, утилизация («recycling») позволяет наиболее полно использовать сырье и материалы. Считается, что ей поддается до 80 % твердых бытовых отходов.

Утилизации подвергаются отходы стекла, черных и цветных металлов, текстиля, бумаги, пластмассы, кожи, мехов, дерева, пробки, резины, пищевые и растительные отходы и др.

С помощью рециклинга получают существовавший ранее материал (бумагу из макулатуры, полистирол из полистирольных изделий и т. д.). Стекло, в частности, может перерабатываться многократно без потери качества. Сотни наименований товаров (одежда, обувь, сумки, мебель, игрушки, отделочные и строительные материалы, упаковка и т. д.) производятся из пластика²⁸. Целью рекуперации может быть извлечение тех или иных элементов из сложных продуктов – например, свинца из автомобильных аккумуляторов или золота из компьютерных плат, а также опасных веществ вроде ртути из термометров и других устройств.

Важной проблемой является переработка отходов строительства и реновации зданий. Вместо традиционного сноса сооружений, практикуется их разборка или «демонтаж», в процессе которой (насколько это возможно), сохраняются отдельные элементы строительства (напольные покрытия, сайдинг, оконные и дверные рамы, целый кирпич), т.е. все то, что может быть использовано при новом строительстве.

Все более важное значение приобретает переработка биоразлагаемых и твердых коммунальных отходов (дохода в отдельных случаях до 80 %). Идеальным способом переработки органических кухонных, садовых и сельскохозяйственных отходов является компостирование (в том числе промышленное и домашнее).

Утилизация открывает путь к громадной экономии ресурсов. В [142] отмечается, что в производстве алюминия рециклирование позволяет экономить до 95 % энергии, меди – 85, стали – 74, свинца – 65 %.

Таким образом, утилизация:

а) превращает отходы во вторичные ресурсы, открывая путь к громадной экономии первичных ресурсов и ослабляя техногенное давление на литосферу, осуществляемое при добыче новых полезных ископаемых;

б) предотвращает издержки, которые общество понесло бы при полигонном захоронении отходов, а также улучшает экологическую обстановку;

в) создает дополнительные рабочие места.

4.1.4. Иные способы использования

К этим способам относится переработка отходов в энергетических целях – для производства электричества и/или тепла (waste-to-energy – «отходы в энергию»). Технология реализуется с помощью «инсинерации» – сжигания отходов в специальных установках. Необходимо отметить, что ТБО являются топливом, сопоставимым с торфом и бурым углём. При 95 % уровне сжигания, достигаемом в современных инсинераторах, разгружается другое направление управления отходами – их полигонное захоронение. Несгоревший остаток не содержит

²⁸ Обсуждаются различные способы использования переработанного пластика для дорожного строительства (модульные пластиковые плиты с полым внутренним пространством для стока дождевой воды и коммуникационных кабелей). Предполагается, что такие дороги будут существенно дешевле традиционных и будут служить в три раза дольше [72].

гниющих органических веществ, с чем связаны опасности эпидемии и самопроизвольного возгорания.

В таких странах ЕС как Германия, Бельгия, Швеция, Голландия, Австрия и Дания на свалки направляется 1–2 % отходов, 35–50 % – сжигается и 50–60 % утилизируется и в том числе компостируется. Во всех этих странах полигонные захоронения отходов без предварительной их обработки запрещены законодательно.

Всё более перспективным становится производство биогаза²⁹ – другой способ переработки отходов в энергетических целях. Биогазовые установки могут располагаться в любом месте. В странах Азии, например, выпускаются небольшие односемейные устройства.

Из всех видов возобновляемых источников энергии биомасса является наиболее «гибкой», она обеспечивает производство тепла, электричества и моторного топлива. Необходимо отметить, что биогаз, используемый в последнем качестве, образует значительно меньше вредных выхлопов, чем традиционные виды транспортного топлива.

Необходимо отметить, что в странах ЕС действует принцип: всё что возможно, должно быть утилизируемо, а если это невозможно, то преобразовано в энергию, но не захоронено на полигонах.

4.1.5. Полигонное захоронение

Этот этап является самым нижним уровнем иерархии. В документах ЕС он определяется как «наименее желательная опция», которую требуется свести к минимуму. По сообщению СМИ в Германии с 2005 года новые свалки не организуются. В странах Евросоюза захоронения на полигонах допустимы только для тех отходов, которые прошли предварительную обработку.

Необходимо отметить, что современный полигон для захоронения отходов предполагает сложное инженерное обустройство, которое предельно уменьшает опасность проникновения вредных веществ в окружающую среду.

4.2. Структура обращения с отходами в РФ

Общая система обращения с отходами в нашей стране включает шесть основных звеньев (рис. 4.5):

- раздельный, или селективный сбор отходов (PCO или CCO);
- мусоросортировочные комплексы;
- мусороперерабатывающие комплексы;
- заводы по компостированию ТКО;
- мусоросжигательные комплексы;
- полигоны (свалки).

²⁹ Биогаз получают в специальных установках на основе анаэробного (безкислородного) метанового брожения биомассы, в качестве которой преимущественно используется навоз и воспроизводимое растительное сырьё.