

5D4(075.8)

X 20

• ЭКОЛОГИЯ •

ВЫСШЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ

М. Д. Харламова, А. И. Курбатова

ТВЕРДЫЕ ОТХОДЫ

ТЕХНОЛОГИИ УТИЛИЗАЦИИ,
МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ, МОНИТОРИНГ

Под редакцией М. Д. Харламовой



УМО ВО
РЕКОМЕНДУЕТ

Юрайт
ИЗДАТЕЛЬСТВО

М. Д. Харламова, А. И. Курбатова

ТВЕРДЫЕ ОТХОДЫ ТЕХНОЛОГИИ УТИЛИЗАЦИИ, МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ, МОНИТОРИНГ

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ ДЛЯ ВУЗОВ

Под редакцией **М. Д. Харламовой**

2-е издание, исправленное и дополненное

*Рекомендовано Учебно-методическим отделом высшего образования в качестве
учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся
по естественнонаучным направлениям*

Книга доступна на образовательной платформе «Юрайт» urait.ru,
а также в мобильном приложении «Юрайт.Библиотека»

Москва • Юрайт • 2023

УДК 504.06(075.8)
ББК 30.69я73
Х20

Авторы:

Харламова Марианна Дмитриевна, кандидат химических наук, доцент, заместитель заведующего кафедрой экологического мониторинга и прогнозирования экологического факультета Российского университета дружбы народов;

Курбатова Анна Игоревна, кандидат биологических наук, доцент кафедры экологического мониторинга и прогнозирования экологического факультета Российского университета дружбы народов.

Рецензенты:

Зволинский В. П. — доктор химических наук, профессор кафедры промышленной экологии и безопасности производств, заведующий лабораторией Российского университета дружбы народов, действующий член Российской экологической академии, член-корреспондент Российской академии естественных наук;

Кочуров Б. И. — доктор географических наук, профессор, ведущий научный сотрудник Института географии Российской академии наук.

Харламова, М. Д.

Х20

Твердые отходы: технологии утилизации, методы контроля, мониторинг : учебное пособие для вузов / М. Д. Харламова, А. И. Курбатова ; под редакцией М. Д. Харламовой. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 311 с. — (Высшее образование). — Текст : непосредственный.

ISBN 978-5-534-07047-7

Изложены общие принципы планирования и организации работ по обращению с твердыми отходами производства и потребления, эколого-экономические и технологические аспекты их хранения и принципы комплексной переработки. Рассмотрены вопросы экологической безопасности при обращении с отходами, которая обеспечивается современными методами контроля и мониторинга. Описаны современные технологии, обеспечивающие эффективную сортировку и переработку промышленных и бытовых отходов, а также существующие концепции управления производственными и бытовыми отходами. Рассматривается стратегия управления муниципальными отходами.

Учебное пособие имеет научно-теоретическое и прикладное назначение, поскольку освещает физико-химические, биохимические и технологические основы переработки и утилизации отходов, а также основы стратегии управления и документирования деятельности в этой сфере.

Соответствует актуальным требованиям федерального государственного образовательного стандарта высшего образования.

Для студентов, аспирантов и преподавателей естественно-научных и инженерно-технических направлений, а также для специалистов эколого-природопользователей.

УДК 504.06(075.8)
ББК 30.69я73

Все права защищены. Никакая часть данной книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме без письменного разрешения владельцев авторских прав.

ISBN 978-5-534-07047-7

© Харламова М. Д., Курбатова А. И., 2015
© Харламова М. Д., Курбатова А. И., 2018,
с изменениями
© ООО «Издательство Юрайт», 2023

Оглавление

Предисловие	8
Введение	11
Глава 1. Проблема образования отходов	18
1.1. Экологические особенности и источники образования отходов	18
1.2. Основные виды отходов, их краткая характеристика, принципы классификации и переработки	24
1.3. Государственная стратегия в области управления отходами: создание отходоперерабатывающей индустрии	36
1.3.1. Федеральная целевая программа «Отходы»	37
1.3.2. Региональные и муниципальные программы в области обращения с отходами	38
1.3.3. Государственная программа РФ «Охрана окружающей среды» на 2012—2020 гг.	39
1.3.4. Федеральный закон № 458 «О внесении изменений в Федеральный закон “Об отходах производства и потребления”»	40
1.4. Обращение с отходами: региональные и муниципальные системы управления отходами	42
1.4.1. Рентабельность переработки твердых коммунальных отходов ..	46
1.4.2. Организация сбора бытовых отходов	49
1.4.3. Система транспортировки городских отходов	53
1.4.4. Виды городских отходов и система их переработки	58
<i>Контрольные вопросы</i>	63
<i>Задания для самостоятельной работы</i>	64
Глава 2. Отходы в окружающей среде. Стабильность экосистем и их устойчивость к загрязнениям	65
2.1. Экологическая опасность отходов	65
2.1.1. Особенности взаимодействия ксенобиотиков с абиотическими компонентами окружающей среды	66
2.1.2. Особенности воздействия загрязняющих веществ на живые организмы	69
2.2. Понятие устойчивости экосистемы	79
2.3. Круговорот веществ и элементов — основа устойчивости экосистем	81
2.3.1. Биогеохимический цикл углерода	82
2.3.2. Биогеохимический цикл азота	84
2.3.3. Биогеохимические циклы серы и фосфора	87
2.4. Самоочищающая способность экосистем	91

2.4.1. Абиотические процессы самоочистения	92
2.4.2. Биотические (биологические и биохимические) процессы самоочистения	94
2.5. Параметры устойчивости экосистем.....	97
<i>Контрольные вопросы</i>	100
<i>Задание для самостоятельной работы</i>	101
Глава 3. Обеспечение экологической безопасности при обращении с отходами.....	104
3.1. Пути миграции загрязняющих веществ и нормирование воздействия отходов на ОС.....	104
3.1.1. Особенности миграции ксенобиотиков в транзитных и депонирующих средах	108
3.1.2. Классификация нормативов качества ОС и принципы их определения	108
3.1.3. Методы определения класса токсичности и степени опасности отходов	111
3.2. Современные методы обеспечения аналитического контроля и идентификации отходов.....	118
3.3. Разработка программ мониторинга в системе обращения с отходами.....	125
3.4. Документирование деятельности по обращению с отходами	127
3.4.1. Паспортизация (сертификация) отходов	128
3.4.2. Особенности паспортизации опасных отходов	129
3.4.3. Лицензирование деятельности по обращению с отходами.....	133
<i>Контрольные вопросы</i>	139
<i>Задание для самостоятельной работы</i>	140
Глава 4. Хранение, утилизация и обезвреживание твердых промышленных отходов	142
4.1. Комплексные технологические схемы (КТС) переработки отходов...144	144
4.2. Особенности первичной подготовки и обезвреживания промышленных отходов	147
4.3. Общие принципы и методы переработки нерадиоактивных отходов.....	148
4.4. Временное хранение промышленных отходов.....	149
4.5. Захоронение на полигонах твердых промышленных отходов	153
4.5.1. Гигиенические требования к выбору территории — места расположения полигона	153
4.5.2. Требования к планировке и устройству полигонов.....	154
4.5.3. Способы захоронения и техническое устройство полигона ТПО	156
4.5.4. Методы обезвреживания опасных промышленных отходов (ОПО)	160
4.5.5. Обработка фильтрата.....	160
4.5.6. Рекультивация полигонов твердых отходов.....	162
4.5.7. Процессы, протекающие в свалочном теле полигона	165

4.6. Утилизация отходов и использование ценных компонентов в качестве вторичного сырья	167
4.6.1. Получение комплексного минерального удобрения	168
4.6.2. Утилизация гальванического шлама.....	168
4.6.3. Переработка нефтяных шламов	169
4.6.4. Утилизация отходов листопрокатного производства.....	170
4.6.5. Переработка отработанного сернокислотного электролита.....	170
4.6.6. Переработка отходов производства фосфорной кислоты (фосфогипса)	171
4.7. Термическая обработка отходов	173
4.7.1. Пиролиз органических отходов	174
4.7.2. «Топочные» технологии обезвреживания органических отходов	177
4.7.3. Высокотемпературные процессы	179
4.7.4. Низкотемпературные процессы	183
4.8. Источники, переработка и особенности захоронения радиоактивных и особо опасных отходов.....	187
4.8.1. Характеристика радиоактивных отходов.....	187
4.8.2. Методы удаления и переработки радиоактивных отходов в зависимости от агрегатного состояния.....	188
<i>Контрольные вопросы</i>	190
<i>Задания для самостоятельной работы</i>	191
Глава 5. Дополнительные источники образования твердых отходов	194
5.1. Производственные, бытовые и атмосферные стоки: источники, классификация примесей и методы очистки	194
5.1.1. Современные методы очистки производственных сточных вод.....	197
5.1.2. Методы очистки сельскохозяйственных и бытовых сточных вод.....	198
5.1.3. Методы очистки поверхностных (ливневых) сточных вод	200
5.2. Газовоздушные выбросы производства: источники, состав и методы очистки	205
5.2.1. Процессы и аппараты, используемые для «сухой» очистки твердых аэрозольных выбросов	206
5.2.2. Процессы и аппараты, используемые для «мокрой» очистки газообразных, жидких и твердых аэрозольных выбросов	210
5.3. Методы переработки и утилизации осадков и шламов	214
5.4. Способы переработки и утилизации шлаков	216
<i>Контрольные вопросы</i>	217
<i>Задания для самостоятельной работы</i>	218
Глава 6. Источники образования и особенности утилизации отходов с высоким содержанием органических веществ	221
6.1. Основные источники образования и пути утилизации органических отходов.....	221
6.2. Биоэнергетика на твердых отходах	222

6.2.1. Производство топливных гранул и брикетов для прямого сжигания	228
6.2.2. Термическая газогенерация и получение жидкого топлива	230
6.3. Утилизация и обезвреживание отходов сельскохозяйственной и перерабатывающей промышленности	232
6.3.1. Почвенный метод	233
6.3.2. Биологическое окисление и сбраживание	234
6.3.3. Биогазоэнергетические установки	236
6.3.4. Комбинированные методы	240
6.3.5. Биокомпостирование и термическая обработка	243
6.4. Методы обеззараживания и утилизации осадков сточных вод	247
6.4.1. Реагентная обработка осадков	249
6.4.2. Обезвоживание, сушка и уплотнение осадков	250
6.4.3. Специальные способы обработки осадков: термическая сушка, вымораживание	255
<i>Контрольные вопросы</i>	257
<i>Задания для самостоятельной работы</i>	257
Глава 7. Технологии первичной подготовки и сортировки твердых коммунальных отходов	262
7.1. Особенности подготовки и механической обработки твердых бытовых отходов	262
7.2. Измельчение и компактирование твердых коммунальных отходов	264
7.2.1. Технологические принципы и аппараты для дробления ТКО	265
7.2.2. Прессование и компактирование ТБО	269
7.3. Процессы сухой механизированной сепарации (сортировки) ТКО	270
7.3.1. Технологические показатели и схемы процесса сепарации ТКО	271
7.3.2. Аэросепарация. Виды сепараторов	276
7.3.3. Магнитная, электродинамическая и электрическая сепарация	278
7.3.4. Грохочение ТБО. Виды грохотов	280
7.3.5. Ручная сортировка	282
7.4. Процессы влажной механической сепарации измельченных отходов	282
7.5. Комплексная сортировка и переработка ТБО	286
<i>Контрольные вопросы</i>	290
<i>Задания для самостоятельной работы</i>	291
Глава 8. Основы проектирования и моделирования процессов переработки и утилизации отходов	294
8.1. Общие принципы и порядок проектирования промышленных объектов	294
8.2. Выбор эффективных доступных технологий переработки	297
8.3. Особенности экологического проектирования мусоросжигательных заводов	299
8.4. Принципы оценки воздействия на окружающую среду предприятий по переработке и утилизации твердых отходов	301

8.5. Математическое моделирование процессов переработки, утилизации и хранения отходов (аналитический обзор)	302
8.5.1. Моделирование процессов энергетической переработки отходов	303
8.5.2. Моделирование процессов утилизации жидких отходов	305
8.5.3. Прогнозирование процессов на полигонах твердых бытовых отходов	306
<i>Контрольные вопросы</i>	307
<i>Задания для самостоятельной работы</i>	307
Список литературы	309