

Б А К А Л А В Р И А Т

*Б.Б. Бобович*

**ОБРАЩЕНИЕ С ОТХОДАМИ  
ПРОИЗВОДСТВА  
И ПОТРЕБЛЕНИЯ**

У Ч Е Б Н О Е П О С О Б И Е



Электронно-  
Библиотечная  
Система  
znanium.com

ВЫСШЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ – БАКАЛАВРИАТ

серия основана в 1996 г.



Московский политехнический университет

**Б.Б. БОБОВИЧ**

# ОБРАЩЕНИЕ С ОТХОДАМИ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ

**УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ**

*Рекомендовано Учебно-методическим советом ВО  
в качестве учебного пособия  
для студентов высших учебных заведений,  
обучающихся по направлению подготовки  
20.03.01 «Техносферная безопасность»  
(квалификация (степень) «бакалавр»)*

Электронно-  
Библиотечная  
  
znanium.com

Москва  
ИНФРА-М  
2021

УДК 502/504(075.8)

ББК 34.69я73

Б72

Автор:

*Борис Борисович Бобович*, доктор технических наук, профессор, профессор Московского политехнического университета

**Бобович Б.Б.**

Б72 Обращение с отходами производства и потребления : учебное пособие / Б.Б. Бобович. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 436 с. — (Высшее образова-ние: Бакалавриат). — DOI 10.12737/textbook\_5b19241b7ea139.16039442.

ISBN 978-5-16-013696-7 (print)

ISBN 978-5-16-106353-8 (online)

В учебном пособии рассмотрены проблемы, связанные с воздействием отходов на окружающую среду и качество жизни, проанализировано нормативное правовое обеспечение управления отходами. Рассмотрены механические, физические, гидродинамические, массообменные, химические, биохимические и теплообменные процессы, используемые при переработке отходов. Даны характеристики основных аппаратов, применяемых при переработке отходов и получении из них вторичных материальных и энергетических ресурсов. Приведены современные технологии утилизации многих видов крупнотоннажных отходов: металлолома (в том числе выведенных из эксплуатации автомобилей и аккумуляторов), шлаков, пластмасс, резин (в том числе автопокрышек), текстильных материалов, древесных отходов, макулатуры, отработанных минеральных масел, лакокрасочных материалов и др. Рассмотрены вопросы захоронения и термической обработки отходов.

Соответствует требованиям Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования последнего поколения.

Для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальностям «Техносферная безопасность», «Защита окружающей среды» по программам бакалавриата и магистратуры и изучающих вопросы инженерной защиты окружающей среды и рационального использования природных ресурсов, а также для широкого круга инженерно-технических работников различных отраслей промышленности.

УДК 502/504(075.8)

ББК 34.69я73

ISBN 978-5-16-013696-7 (print)

ISBN 978-5-16-106353-8 (online)

© Бобович Б.Б., 2018

# ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие.....	3
------------------	---

## РАЗДЕЛ I УПРАВЛЕНИЕ ОТХОДАМИ

<b>Глава 1. Антропогенное загрязнение окружающей среды.....</b>	<b>7</b>
---	----------

<i>Контрольные вопросы и задания .....</i>	<i>13</i>
--	-----------

<b>Глава 2. Образование отходов.....</b>	<b>14</b>
--	-----------

<i>Контрольные вопросы и задания .....</i>	<i>19</i>
--	-----------

<b>Глава 3. Управление отходами .....</b>	<b>20</b>
---	-----------

3.1. Механизмы управления отходами .....	20
--	----

3.2. Зарубежный опыт обращения с отходами .....	21
---	----

3.3. Российская нормативная правовая база обращения с отходами .....	24
--	----

3.4. Классификация отходов .....	27
----------------------------------	----

3.5. Паспортизация отходов.....	28
---------------------------------	----

3.6. Экологическое нормирование.....	30
--------------------------------------	----

3.7. Проект нормативов образования отходов и лимитов на их размещение .....	32
---	----

3.8. Платежи за размещение отходов.....	35
---	----

3.9. Информационное управление отходами.....	39
--	----

3.10. Экологический контроль.....	41
-----------------------------------	----

3.11. Экологическая экспертиза.....	42
-------------------------------------	----

3.12. Экологический аудит.....	43
--------------------------------	----

3.13. Лицензирование деятельности по обращению с отходами .....	45
---	----

3.14. Ответственность за несоблюдение законодательства об обращении с отходами .....	45
---	----

<i>Контрольные вопросы и задания .....</i>	<i>47</i>
--	-----------

## РАЗДЕЛ II ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ

<b>Глава 4. Общая характеристика процессов, используемых при переработке отходов .....</b>	<b>49</b>
--	-----------

<i>Контрольные вопросы и задания .....</i>	<i>52</i>
--	-----------

<b>Глава 5. Транспортирование отходов .....</b>	<b>53</b>
---	-----------

5.1. Трубопроводный транспорт для перемещения отходов.....	53
--	----

5.2. Подъемно-транспортное оборудование для перемещения отходов .....	58
---	----

5.3. Питатели для конвейерного транспорта .....	68
---	----

5.4. Использование автомобильного, железнодорожного и водного транспорта. Контейнерные перевозки отходов .....	73
---	----

5.5. Требования экологической безопасности к транспортированию опасных отходов.....	76
--	----

<i>Контрольные вопросы и задания .....</i>	<i>77</i>
--	-----------

<b>Глава 6. Механические процессы переработки отходов.....</b>	<b>78</b>
6.1. Измельчение отходов.....	78
6.1.1. Дробление отходов.....	78
6.1.2. Фрагментирование крупногабаритных отходов .....	93
6.1.3. Помол отходов.....	105
6.2. Сортировка отходов по крупности.....	113
6.3. Компактирование отходов.....	124
6.4. Смешение материалов.....	140
<i>Контрольные вопросы и задания .....</i>	<i>151</i>
<b>Глава 7. Физические процессы видовой сепарации отходов.....</b>	<b>152</b>
7.1. Магнитная видовой сепарация отходов.....	152
7.2. Электродинамическая сепарация отходов.....	162
7.3. Электрическая сепарация отходов.....	164
7.4. Рентгенорадиометрическая сепарация отходов .....	168
<i>Контрольные вопросы и задания .....</i>	<i>170</i>
<b>Глава 8. Гидро- и аэродинамические процессы видовой сепарации отходов.....</b>	<b>171</b>
8.1. Гравитационное отстаивание.....	171
8.2. Пенная сепарация .....	177
8.3. Центробежная сепарация.....	181
8.4. Фильтрация жидкостей.....	191
8.5. Аэродинамическая сепарация .....	200
<i>Контрольные вопросы и задания .....</i>	<i>207</i>
<b>Глава 9. Массообменные процессы переработки отходов .....</b>	<b>208</b>
9.1. Абсорбция.....	211
9.2. Адсорбция.....	215
9.3. Перегонка жидкостей.....	222
9.4. Сушка .....	224
9.5. Кристаллизация .....	233
9.6. Растворение .....	235
9.7. Экстракция .....	235
<i>Контрольные вопросы и задания .....</i>	<i>239</i>
<b>Глава 10. Теплообменные процессы, используемые при переработке отходов.....</b>	<b>240</b>
<i>Контрольные вопросы и задания .....</i>	<i>246</i>
<b>Глава 11. Химические процессы переработки отходов.....</b>	<b>247</b>
<i>Контрольные вопросы и задания .....</i>	<i>249</i>
<b>Глава 12. Биохимические процессы переработки отходов .....</b>	<b>250</b>
<i>Контрольные вопросы и задания .....</i>	<i>253</i>
<b>Глава 13. Термические способы переработки отходов .....</b>	<b>254</b>
13.1. Газификация отходов.....	254
13.2. Пиролиз отходов .....	255
13.3. Сжигание отходов.....	258

13.4. Плазменный способ утилизации отходов .....	270
<i>Контрольные вопросы и задания</i> .....	272
<b>Глава 14. ЗАХОРОНЕНИЕ ОТХОДОВ</b> .....	<b>273</b>
14.1. Захоронение отходов на полигонах .....	275
14.2. Использование полигонного биогаза .....	280
14.3. Захоронение отходов в море .....	282
<i>Контрольные вопросы и задания</i> .....	283
<b>Глава 15. Обращение с радиоактивными отходами</b> .....	<b>285</b>
15.1. Требования к обращению с радиоактивными отходами.....	286
15.2. Захоронение радиоактивных отходов.....	287
<i>Контрольные вопросы и задания</i> .....	288

### РАЗДЕЛ III ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ОСНОВНЫХ ВИДОВ КРУПНОТОННАЖНЫХ ОТХОДОВ

<b>Глава 16. Технологии утилизации металлолома</b> .....	<b>289</b>
16.1. Значение использования вторичных металлов .....	289
16.2. Классификация металлических отходов .....	291
16.3. Технологическая схема переработки смешанного металлолома .....	293
<i>Контрольные вопросы и задания</i> .....	297
<b>Глава 17. Утилизация отработанных аккумуляторов</b> .....	<b>298</b>
<i>Контрольные вопросы и задания</i> .....	299
<b>Глава 18. Утилизация пластмасс</b> .....	<b>300</b>
18.1. Технологии обращения с отходами пластмасс.....	301
18.2. Рециклинг отходов пластмасс.....	302
18.3. Утилизация отходов полипропилена .....	305
18.4. Утилизация отходов поливинилхлоридных материалов.....	307
18.5. Утилизация отходов пенополиуретана .....	311
18.6. Утилизация отходов полистирольных пластиков .....	312
18.7. Утилизация отходов реактопластов .....	313
<i>Контрольные вопросы и задания</i> .....	314
<b>Глава 19. Утилизация изношенных автопокрышек и резинотехнических изделий</b> .....	<b>316</b>
19.1. Изготовление и применение резиновой крошки .....	317
19.2. Производство регенерата.....	321
19.3. Химические способы утилизации резиновых отходов.....	323
<i>Контрольные вопросы и задания</i> .....	326
<b>Глава 20. Утилизация отработанных моторных масел</b> .....	<b>328</b>
20.1. Причины и виды загрязнений моторных масел .....	328
20.2. Процессы, используемые при регенерации отработанных масел .....	331
20.3. Промышленные установки для регенерации отработанных масел.....	338
20.4. Сжигание отработанных масел .....	339
<i>Контрольные вопросы и задания</i> .....	341

<b>Глава 21. Утилизация смазывающе-охлаждающих жидкостей.....</b>	<b>343</b>
<i>Контрольные вопросы и задания .....</i>	<i>345</i>
<b>Глава 22. Переработка текстильных отходов.....</b>	<b>346</b>
22.1. Процессы, используемые при утилизации текстильных отходов.....	346
22.2. Производство нетканых материалов из вторичных волокон .....	350
<i>Контрольные вопросы и задания .....</i>	<i>355</i>
<b>Глава 23. Утилизация отходов металлургического производства .....</b>	<b>356</b>
23.1. Направления утилизации шлаков.....	356
23.2. Производство строительных материалов из металлургических шлаков.....	358
23.3. Утилизация золы и топливных шлаков.....	368
23.4. Утилизация отработанных огнеупорных материалов.....	370
23.5. Регенерация горелой земли.....	371
<i>Контрольные вопросы и задания .....</i>	<i>372</i>
<b>Глава 24. Переработка древесных отходов .....</b>	<b>374</b>
24.1. Образование, классификация и использование отходов древесины.....	375
24.2. Переработка кусковых отходов в технологическую щепу .....	377
24.3. Производство строительных и конструкционных материалов из отходов древесины.....	378
24.4. Производство древесно-полимерных композиционных материалов.....	381
24.5. Химическая технология переработки древесных отходов .....	384
24.6. Другие способы переработки древесных отходов.....	385
<i>Контрольные вопросы и задания .....</i>	<i>387</i>
<b>Глава 25. Переработка отходов лакокрасочных материалов .....</b>	<b>389</b>
<i>Контрольные вопросы и задания .....</i>	<i>392</i>
<b>Глава 26. Переработка отходов гальванических производств .....</b>	<b>393</b>
<i>Контрольные вопросы и задания .....</i>	<i>396</i>
<b>Глава 27. Утилизация отходов растворителей .....</b>	<b>397</b>
<i>Контрольные вопросы и задания .....</i>	<i>400</i>
<b>Глава 28. Утилизация макулатуры.....</b>	<b>401</b>
28.1. Преимущества и возможности использования макулатуры.....	401
28.2. Процессы, используемые при утилизации макулатуры.....	403
28.3. Технологическая схема утилизации макулатуры .....	408
<i>Контрольные вопросы и задания .....</i>	<i>409</i>
<b>Глава 29. Утилизация стеклянных отходов .....</b>	<b>410</b>
29.1. Виды и свойства стеклянных отходов и технология их утилизации.....	410
29.2. Технологическая схема производства вспененных блоков из стеклянных отходов.....	412
<i>Контрольные вопросы и задания .....</i>	<i>413</i>
<b>Глава 30. Охрана окружающей среды и техника безопасности при переработке отходов.....</b>	<b>414</b>
30.1. Охрана окружающей среды.....	414

30.2. Техника безопасности при переработке отходов.....	415
<i>Контрольные вопросы и задания</i> .....	423
<b>Темы рефератов и докладов.....</b>	<b>424</b>
<b>Библиографический список .....</b>	<b>426</b>
Законодательные и нормативные акты .....	426
Литература .....	427