

ВЫСШЕЕ
ОБРАЗОВАНИЕ

А. Г. Ветошкин

ОСНОВЫ ИНЖЕНЕРНОЙ ЭКОЛОГИИ



www.e.lanbook.com



**ЭБС
ЛАНЬ**

А. Г. ВЕТОШКИН

ОСНОВЫ ИНЖЕНЕРНОЙ ЭКОЛОГИИ

Учебное пособие



САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
МОСКВА
КРАСНОДАР
2024

ББК 20.1я73

В 39

Ветошкин А. Г.

В 39 Основы инженерной экологии: Учебное пособие. — СПб.: Издательство «Лань», 2024. — 332 с.: ил. — (Учебники для вузов. Специальная литература).

ISBN 978-5-8114-2822-9

Приведены характеристики основных видов загрязнений компонентов окружающей среды, экологические критерии и нормативы, даны классификации методов, способов и процессов инженерной экологии для защиты атмосферы, гидросферы, литосферы от химических и физических видов загрязнений. Рассмотрены основные закономерности процессов инженерной защиты окружающей среды: атмосферного воздуха от выбросов аэрозолей, вредных газов и паров, очистки сточных вод от примесей, защиты литосферы от промышленных и бытовых отходов, изложены основы процессов и средств защиты от энергетических воздействий. Изложенный материал дополнен практическими примерами расчета технологических параметров процессов инженерной экологии.

Для студентов, обучающихся на уровне бакалавриата по направлениям подготовки «Техносферная безопасность», «Экология и природопользование», «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии». Пособие может быть использовано при изучении дисциплин «Экология» и «Безопасность жизнедеятельности» других направлений подготовки, магистрами, аспирантами, преподавателями вузов.

ББК 20.1я73

Рецензенты:

Н. Н. ВЕРШИННИН — доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой техносферной безопасности Пензенского государственного университета;

Б. С. КСЕНОФОНТОВ — доктор технических наук, профессор, руководитель отдела НИИЭМ МГТУ им. Н. Э. Баумана, член редакционной коллегии журналов «Безопасность жизнедеятельности» и «Экология промышленного производства»;

К. Р. ТАРАНЦЕВА — доктор технических наук, профессор кафедры биотехнологии и техносферной безопасности Пензенского государственного технологического университета.

Обложка

Е. А. ВЛАСОВА

© Издательство «Лань», 2024

© А. Г. Ветошкин, 2024

© Издательство «Лань»,

художественное оформление, 2024

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие.....	3
Введение	6
Глава 1. Экологическое состояние и оценка качества окружающей среды.....	8
1.1. Экология компонентов окружающей среды.....	8
1.2. Экологические критерии и нормы.....	19
Контрольные вопросы.....	28
Глава 2. Основы инженерной защиты атмосферы от вредных выбросов.....	30
2.1. Методы очистки и обезвреживания выбросов аэрозолей.....	30
2.1.1. Свойства аэрозолей	30
2.1.2. Методы и способы очистки пылегазовых выбросов	32
2.1.3. Основы сухой механической очистки газов от пыли	32
2.1.4. Основы мокрой пылегазоочистки	39
2.1.5. Осаждение частиц аэрозолей в электрическом поле	42
2.2. Очистка газовых выбросов.....	46
2.2.1. Процесс абсорбции.....	47
2.2.2. Адсорбция газовых примесей	52
2.2.3. Дегазация и десорбция растворенных и поглощенных примесей	57
2.2.4. Конденсационная очистка газовых выбросов	58
2.2.5. Каталитическая очистка газовых выбросов	60
2.2.6. Высокотемпературное обезвреживание газовых выбросов.....	63
2.3. Оценка эффективности пыле- и газоочистки	64
2.4. Процессы рассеивания примесей в атмосфере.....	65
Контрольные вопросы.....	68
Глава 3. Основы инженерной защиты гидросферы от загрязнений	70
3.1. Классификация вод и свойства водных дисперсных систем.....	70
3.2. Методы очистки промышленных и бытовых стоков	72
3.3. Механическая очистка сточных вод.....	74
3.3.1. Осаждение частиц при отстаивании сточных вод	74
3.3.2. Центробежное осаждение примесей из сточных вод	76
3.3.3. Фильтрация сточных вод	77
3.4. Химические процессы очистки сточных вод	78
3.5. Физико-химическая очистка сточных вод.....	81
3.5.1. Коагуляция и флокуляция примесей сточных вод	81
3.5.2. Флотационная очистка сточных вод	83
3.5.3. Экстракция загрязнений из сточных вод	85
3.5.4. Адсорбция примесей из сточных вод.....	88
3.5.5. Ионообменная очистка сточных вод.....	90
3.5.6. Мембранная очистка сточных вод.....	92
3.5.7. Электрохимическая очистка сточных вод	95
3.6. Биохимическая очистка сточных вод.....	98
3.7. Термические способы очистки сточных вод.....	104
3.8. Разбавление примесей сточных вод при сбросе в водоемы и водотоки	113

3.9. Оценка эффективности очистки сточных вод.....	114
Контрольные вопросы.....	115
Глава 4. Основы инженерной защиты литосферы от отходов	117
4.1. Обработка осадков сточных вод.....	117
4.2. Переработка и утилизация твердых отходов.....	120
4.2.1. Методы переработки, утилизации и обезвреживания твердых отходов	120
4.2.2. Механическая обработка твердых отходов	121
4.2.3. Обогащение твердых отходов.....	125
4.2.4. Термическая обработка твердых отходов.....	130
4.3. Обезвреживание и размещение отходов.....	134
4.4. Безопасное обращение с радиоактивными отходами.....	137
Контрольные вопросы.....	138
Глава 5. Основы защиты от негативных энергетических воздействий.....	140
5.1. Параметры и свойства физических и энергетических полей	140
5.2. Принципы и методы защиты от энергетических воздействий	144
5.3. Основы защиты от шума и вибрации	146
5.4. Основы защиты окружающей среды от электромагнитных полей.....	149
5.5. Защита от ионизирующих излучений	152
Контрольные вопросы.....	155
Заключение.....	156
Приложения	158
Приложение 1. Расчет физико-технических свойств компонентов окружающей среды	158
1. Расчет основных свойств газов и паров.....	158
2. Расчет состава многокомпонентных газовых и жидких смесей	163
3. Расчет плотности компонентов окружающей среды.....	170
4. Расчет реологических свойств гомогенных и дисперсных систем.....	176
5. Расчет дисперсности зернистых и сыпучих материалов.....	180
6. Оценка эффективности очистки выбросов и сбросов	184
Приложение 2. Расчет гидромеханических процессов	187
1. Оценка взаимодействия сплошной среды с дисперсной фазой	187
2. Расчет седиментационных процессов	191
3. Расчет гидродинамики в пористых средах	198
4. Расчет процесса фильтрования суспензий.....	206
5. Расчет процесса диспергирования веществ.....	212
6. Расчет рассеивания выбросов в атмосферном воздухе.....	216
7. Расчет смешения и разбавления стоков при спуске в водоемы	221
Приложение 3. Расчет химических процессов.....	225
1. Расчет процесса нейтрализации вредных примесей сточных вод	225
2. Расчет процесса окисления вредных примесей сточных вод	228
3. Расчет процесса реагентной обработки осадков сточных вод	230
Приложение 4. Расчет физико-химических процессов	231
1. Расчет растворимости газов в жидкостях	231
2. Расчет фазового равновесия газов и паров с жидкостью.....	233

3. Расчет адсорбции веществ из газов и воды	239
4. Расчет процессов коагуляции дисперсных систем в газах и жидкостях	244
5. Расчет каталитического обезвреживания газовых выбросов	249
6. Расчет процесса флотации примесей сточных вод	252
7. Расчет электрокинетических процессов	255
8. Расчет мембранных процессов	257
Приложение 5. Расчет массообменных процессов	262
1. Расчет процесса диффузии	262
2. Расчет основных параметров процесса абсорбции	266
3. Расчет процесса адсорбции	275
4. Расчет экстракционных процессов	277
Приложение 6. Расчет биохимических процессов	284
1. Расчет аэробного биохимического окисления	284
2. Расчет анаэробных биохимических процессов	288
Приложение 7. Расчет термических процессов	291
1. Расчет конденсации паров загрязняющих веществ	291
2. Расчет перегонки жидкостей при очистке сточных вод	293
3. Расчет процесса очистки воды путем выпаривания	296
4. Расчет кристаллизации примесей сточных вод	299
5. Расчет процесса сушки влажных материалов и отходов	304
Приложение 8. Расчет защиты от энергетических воздействий	312
1. Акустические расчеты	312
2. Расчет защиты от неионизирующих электромагнитных полей и излучений	314
3. Расчет защиты от ионизирующих излучений	317
Список литературы	321