

Ф.Р. Спеллман

СПРАВОЧНИК ПО ОЧИСТКЕ ПРИРОДНЫХ И СТОЧНЫХ ВОД ВОДОСНАБЖЕНИЕ И КАНАЛИЗАЦИЯ



издательство
ПРОФЕССИЯ

Ф. Р. Спеллман

СПРАВОЧНИК ПО ОЧИСТКЕ ПРИРОДНЫХ И СТОЧНЫХ ВОД.

Водоснабжение и канализация

Перевод с английского языка 2-го издания
под общей редакцией М.И. Алексева

ЗНАТЕЛЬНОСТЬ
ПРОФЕССИЯ

Санкт-Петербург
2014

ЦЕНТР
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ
ПРОГРАММ
ПРОФЕССИЯ

УДК 628.16
ББК 38.761.1
С71

Ф. Р. Спеллман

С71 Справочник по очистке природных и сточных вод. Водоснабжение и канализация: пер. 2-го англ. изд. под ред. М.И. Алексеева. — СПб.: ЦОП «Профессия», 2014. — 1312 с., ил.

ISBN 978-5-91884-053-5

ISBN 978-1-420-07530-4 (англ.)

Рассмотрены основные операции и технологии водоподготовки, водоочистки и очистки сточных вод. Приведены рекомендации по управлению, техническому обеспечению, контролю работы и мерам безопасности станций водоподготовки и водоочистки, защите и охране водных объектов.

Описаны системы транспортировки воды, конструкции и устройство гидравлического оборудования, насосов, датчиков контроля и приборов учета. Контроль качества воды, биомониторинг, микробиология и экология воды изложены в отдельной части. Специальная часть посвящена комплексному рассмотрению сточных вод и операций по их очистке.

Издание содержит многочисленный практический материал — стандартные процедуры и алгоритмы, примеры расчетов, ссылки на нормативы, контрольные вопросы и задачи.

Справочник предназначен для операторов станций водоочистки, очистных сооружений, руководителей и специалистов инженерно-технических служб водоканалов, центров экологического контроля и контроля качества воды, преподавателей и студентов профильных специальностей и смежных дисциплин.

Комплект из двух книг:

Кн. 1. Справочник

Кн. 2. Приложения

УДК 628.16
ББК 38.761.1

All rights reserved. Authorized translation from English language edition published by CRC Press, part of Taylor & Francis Group LLC.

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

Информация, содержащаяся в данной книге, получена из источников, рассматриваемых издательством как надежные. Тем не менее, имея в виду возможные человеческие или технические ошибки, издательство не может гарантировать абсолютную точность и полноту приводимых сведений и не несет ответственности за возможные ошибки, связанные с использованием книги.

ISBN 978-1-420-07530-4 (англ.)

ISBN 978-5-91884-053-5

© 2009 by Taylor & Francis Group, LLC

© ЦОП «Профессия», 2014

© Перевод, оформление:

ЦОП «Профессия», 2014

Оглавление

Обращение к читателю	19
Автор	19
Предисловие к русскому изданию	20
Предисловие	21
Часть I. Водоснабжение и водоотведение. Общий обзор	23
Глава 1. Текущие проблемы очистки природных и сточных вод	24
1.1. Введение	24
1.2. Смена парадигмы	25
1.2.1. Изменение взгляда на вещи и необходимые действия	26
1.3. Принцип многобарьерности	29
1.3.1. Принцип многобарьерности. Очистка сточных вод	30
1.4. Проблемы управления операциями очистки природных и сточных вод	33
1.4.1. Соответствие новым, меняющимся и существующим нормативам	34
1.4.2. Поддержание инфраструктуры	35
1.4.3. Приватизация и/или модернизация	39
1.4.4. Бенчмаркинг	43
1.5. Вода — новая нефть?	48
1.5.1. Свойства воды	49
1.5.2. Использование воды	50
1.6. Техническое и профессиональное руководство	53
Вопросы по содержанию главы	60
Ссылки и рекомендуемая литература	61
Глава 2. Операторы водоочистки и водоподготовки	63
2.1. Введение	63
2.2. Некоторые пояснения	65
2.3. Компьютерно грамотные мастера на все руки	66
2.4. Реакция операторов станций на сигналы тревоги	68
2.5. Обязанности операторов, количество работников и условия труда	68
2.6. Сертификация и лицензирование операторов	70
Вопросы по содержанию главы	73
Ссылки и рекомендуемая литература	73

Глава 3. Усиление мер безопасности	74
3.1. Введение	74
3.2. Последствия 11 сентября	75
3.3. Оборудование и устройства безопасности	79
3.3.1. Устройства мониторинга и приборы контроля оборудования	80
3.3.2. Устройства мониторинга воды	106
3.3.3. Устройства связи и взаимодействия	118
3.3.4. Устройства киберзащиты	119
3.4. SCADA	122
3.4.1. Что такое SCADA?	125
3.4.2. Применение SCADA в системах водоснабжения и канализации	125
3.4.3. Уязвимые места систем SCADA	126
3.4.4. Возрастающие риски	128
3.4.5. Внедрение технологий с известными уязвимостями	129
3.4.6. Киберугрозы системам управления	131
3.4.7. Защита систем управления	132
3.4.8. Шаги для улучшения безопасности SCADA	133
Обзорный вопрос к главе	139
Ссылки и рекомендуемая литература	139
Глава 4. Водоснабжение и канализация. Общие ссылки, схемы и терминология	140
4.1. Информация, представленная в книге	140
4.2. Схемы очистки	141
4.3. Основные термины, используемые в процессах водоснабжения и канализации	143
Обзорные вопросы к главе	153
Ссылки и рекомендуемая литература	154
Часть II. Математические и технические аспекты водоочистки и водоподготовки ..	155
Глава 5. Гидравлика водоподачи	156
5.1. Что такое гидравлика водоподачи?	156
5.2. Основные принципы	157
5.2.1. Закон Стевина	158
5.3. Плотность и удельный вес	158
5.4. Сила и давление	161
5.4.1. Гидростатическое давление	162
5.4.2. Свойства воды под давлением	162
5.5. Напор	163
5.5.1. Гидростатический напор	164
5.5.2. Потеря напора на трение	164
5.5.3. Скоростной напор	164
5.5.4. Суммарный (требуемый) напор	165
5.5.5. Давление и напор	165
5.5.6. Напор и давление	165
5.6. Поток и расход: движение воды	165
5.6.1. Площадь и скорость	167
5.6.2. Давление и скорость	167
5.7. Пьезометрическая поверхность и теорема Бернулли	168
5.7.1. Сохранение энергии	168
5.7.2. Величина энергии	168
5.7.3. Пьезометрическая поверхность	168
5.7.4. Потеря напора	170
5.7.5. Линия гидравлического уклона	170

5.7.6. Теорема Бернулли	171
5.7.7. Уравнение Бернулли	171
5.8. Гидравлика скважины и водоприемного колодца	173
5.8.1. Гидравлика скважины	173
5.8.2. Гидравлика водоприемного колодца	175
5.9. Потери напора на трение	175
5.9.1. Поток в трубопроводах	175
5.9.2. Основные потери напора	177
5.9.3. Расчет основной потери напора	178
5.9.4. Коэффициент C	178
5.9.5. Гидравлический уклон	179
5.9.6. Второстепенные факторы потери напора	180
5.10. Основы гидравлики трубопроводов	180
5.10.1. Сети трубопроводов	181
5.11. Поток в открытом канале	182
5.11.1. Характеристики потока в открытом канале	183
5.11.2. Параметры открытого потока	184
5.11.3. Расчеты параметров открытого потока	186
5.12. Измерение потока	188
5.12.1. Измерения потока: метод, применявшийся в прошлом	189
5.12.2. Основы традиционных методов измерения потока	189
5.12.3. Устройства для измерения потока	190
5.12.4. Измерения потока в открытом канале	199
Вопросы по главе	202
Ссылки и рекомендуемая литература	203
Глава 6. Основы электричества	205
6.1. Природа электричества	206
6.2. Строение материи	207
6.3. Проводники, полупроводники и диэлектрики	209
6.4. Статическое электричество	211
6.4.1. Заряженные тела	211
6.4.2. Закон Кулона	212
6.4.3. Электростатические поля	212
6.5. Магнетизм	213
6.5.1. Магнитные материалы	214
6.5.2. Магнитное поле земли	215
6.6. Разность потенциалов	215
6.6.1. Аналогия с водой	216
6.6.2. Основные способы создания напряжения	216
6.7. Ток	217
6.8. Сопротивление	217
6.9. Электричество подаваемое от батарей	218
6.9.1. Химический источник тока (гальванический элемент)	218
6.9.2. Первичные и вторичные источники тока	219
6.9.3. Батарея	220
6.9.4. Работа батареи	220
6.9.5. Комбинирование источников	221
6.9.6. Типы батарей	222
6.9.7. Характеристики батареи	223
6.10. Простая электрическая схема (цепь)	225
6.10.1. Схематическое представление	226

6.11. Закон Ома	227
6.12. Электрическая мощность	229
6.12.1. Расчеты электрической мощности	229
6.13. Электрическая энергия (киловатт-часы)	231
6.14. Характеристики последовательных (серийных) цепей постоянного тока	231
6.14.1. Сопротивление последовательных цепей	231
6.14.2. Ток в последовательных цепях	232
6.14.3. Напряжение в последовательных цепях	233
6.14.4. Мощность последовательных цепей	234
6.14.5. Основные правила относящиеся к последовательных цепям постоянного тока	235
6.14.6. Общий анализ последовательных цепей	235
6.14.7. Правило (закон) напряжения Кирхгофа	237
6.14.8. Полярность падения напряжения	237
6.14.9. Вспомогательные и встречные источники последовательных цепей	238
6.14.10. Правило Кирхгофа и решения для цепей с несколькими источниками	238
6.15. Заземление	239
6.16. Разомкнутая цепь и короткое замыкание	240
6.17. Параллельные цепи постоянного тока	240
6.17.1. Характеристики параллельных цепей	240
6.17.2. Напряжение в параллельных цепях	240
6.17.3. Ток в параллельных цепях	241
6.17.4. Параллельные цепи и правило Кирхгофа для тока	243
6.17.5. Сопротивление параллельных цепей	244
6.17.6. Метод обратного распределения	246
6.17.7. Метод деления суммы	247
6.17.8. Приведение к эквивалентному контуру	247
6.17.9. Мощность в параллельных цепях	248
6.17.10. Правила расчета параллельных цепей постоянного тока	248
6.18. Последовательные параллельные безынерционные цепи	248
6.18.1. Расчет последовательных параллельных цепей	249
6.19. Проводники	249
6.19.1. Размер единицы величины проводника	249
6.19.2. Квадратный мил	250
6.19.3. Круговой мил	250
6.19.4. Круговой мил-фут	252
6.19.5. Удельное электрическое сопротивление (резистивность)	252
6.19.6. Измерение параметров провода	253
6.19.7. Факторы, определяющие выбор размера провода	254
6.19.8. Медь в сравнении с прочими металлами-проводниками	255
6.19.9. Температурный коэффициент	256
6.19.10. Изоляция проводников	257
6.19.11. Проводники, сращивание проводов и оконечные соединения	257
6.19.12. Пайка	257
6.19.13. Беспаяное соединение	258
6.19.14. Изоляционная лента	258
6.20. Сила магнитного поля	259
6.20.1. Магнитное поле вокруг единичного проводника	259
6.20.2. Полярность единичного проводника	260
6.20.3. Поле вокруг двух параллельных проводников	260
6.20.4. Магнитное поле катушки	261
6.20.5. Полярность электромагнитной катушки	261

6.20.6. Сила электромагнитного поля	262
6.20.7. Магнитные единицы	262
6.20.8. Свойства магнитных материалов.	262
6.20.9. Электромагниты	264
6.21. Теория переменного тока (ПТ)	264
6.21.1. Основной генератор переменного тока	265
6.21.2. Цикл	266
6.21.3. Частота, период и длина волны	267
6.21.4. Характеристические значения параметров напряжения и тока	268
6.21.5. Амплитуда пиков	268
6.21.6. Удвоенная (полная) амплитуда.	269
6.21.7. Мгновенное значение амплитуды	269
6.21.8. Эффективное или среднеквадратичное значение (<i>RMS</i>)	269
6.21.9. Среднее значение.	270
6.21.10. Сопротивление в цепях АС	271
6.21.11. Фазовые соотношения.	272
6.22. Индукция.	273
6.22.1. Самоиндукция	274
6.22.2. Взаимная индукция	276
6.22.3. Расчет суммарной (результатирующей) индуктивности.	277
6.23. Практическое применение электричества	278
6.23.1. Генерирование электрической энергии.	278
6.23.2. Трансформаторы	288
6.23.3. Защита системы энергораспределения	289
Вопросы по главе	292
Ссылки и рекомендуемая литература.	293
Глава 7. Гидравлические машины. Насосы	294
7.1. Введение.	294
7.2. Основные расчеты процесса перекачки	295
7.2.1. Скорость потока жидкости в трубопроводе	296
7.2.2. Соотношение давления и скорости потока.	296
7.2.3. Гидростатический напор	297
7.2.4. Потеря напора на трение	298
7.2.5. Скоростной напор.	299
7.2.6. Суммарный напор.	300
7.2.7. Преобразование гидростатического давления в напор	300
7.2.8. Мощность в лошадиных силах	301
7.2.9. Быстроходность.	302
7.2.10. Законы подобия для центробежных насосов	303
7.2.11. Расчет допускаемого кавитационного запаса на входе	304
7.2.12. Насосы, соединенные последовательно и параллельно	306
7.3. Центробежные насосы	306
7.3.1. Описание	306
7.3.2. Терминология	307
7.3.3. Теоретическая часть	309
7.3.4. Характеристики насосов	310
7.3.5. Преимущества и недостатки центробежных насосов.	310
7.3.6. Применение центробежных насосов	312
7.3.7. Системы контроля насосов	313
7.3.8. Электронные системы контроля	317
7.3.9. Модификации центробежных насосов	319

7.4. Поршневые насосы прямого вытеснения	322
7.4.1. Плунжерный, или поршневой, насос	323
7.4.2. Диафрагменный насос	323
7.4.3. Перистальтические насосы	324
Вопросы по содержанию главы	324
Ссылки и рекомендуемая литература	325
Глава 8. Системы транспортировки воды и сточных вод	326
8.1. Вода — источник жизненной силы цивилизации	326
8.2. Системы транспортировки воды	327
8.3. Терминология	329
8.4. Флюиды и жидкости	331
8.5. Управление флюидным потоком в трубопроводных системах	331
8.5.1. Выпадение осадка	332
8.5.2. Обслуживание трубопроводных систем	334
8.6. Вспомогательное оборудование трубопроводных систем	334
8.7. Влияние температуры и изоляция труб в трубопроводных системах	336
8.8. Металлические трубопроводы	336
8.8.1. Материалы для изготовления труб	336
8.8.2. Основы технологии трубопроводов	337
8.8.3. Размеры труб	337
8.8.4. Типы трубопроводных систем	339
8.8.5. Металлические материалы для изготовления труб	340
8.8.6. Характеристики металлических материалов	341
8.8.7. Ремонтно-эксплуатационные характеристики металлических труб	343
8.8.8. Соединения металлических труб	346
8.9. Неметаллические трубы	349
8.9.1. Неметаллические материалы для изготовления труб	349
8.10. Трубки (трубные проводки КИПиА)	355
8.10.1. Различия трубок и труб	355
8.10.2. Преимущества трубок	358
8.10.3. Соединения трубок	359
8.10.4. Изгибание трубок	362
8.10.5. Типы трубок	362
8.10.6. Типичные области применения трубок	363
8.11. Промышленные шланги	364
8.11.1. Номенклатура шлангов	365
8.11.2. Факторы, определяющие выбор шлангов	366
8.11.3. Стандарты, нормативы и размеры	367
8.11.4. Муфтовые соединения шлангов	370
8.11.5. Техническое обслуживание шлангов	372
8.12. Фитинги для труб и трубок	372
8.12.1. Фитинги	373
8.12.2. Назначение фитингов	373
8.12.3. Типы соединений	375
8.12.4. Соединения и фитинги трубок	376
8.13. Клапаны	376
8.13.1. Конструкция клапана	379
8.13.2. Типы клапанов	380
8.13.3. Устройства управления клапанами	385
8.13.4. Техническое обслуживание клапанов	386

8.14. Защитные приспособления трубопроводных систем	386
8.14.1. Применение	387
8.14.2. Грязевики (фильтры грубой очистки)	387
8.14.3. Фильтры	388
8.14.4. Конденсатоотводчики	388
8.15. Вспомогательные приспособления.	391
8.15.1. Измерительные устройства (датчики).	391
8.15.2. Датчики давления (манометры)	392
8.15.3. Датчики температуры	394
8.15.4. Вакуумные прерыватели.	396
8.15.5. Аккумуляторы	396
8.15.6. Воздухосборники.	397
8.15.7. Теплообменники	397
Вопросы по содержанию главы	398
Ссылки и рекомендуемая литература	399
Часть III. Характеристики воды	401
Глава 9. Основы химии воды	402
9.1. Химические концепции и определения	403
9.1.1. Концепции	403
9.1.2. Определения	404
9.2. Основы химии.	406
9.2.1. Вещество	406
9.2.2. Состав вещества. Элементы.	408
9.2.3. Сложные вещества	410
9.3. Водные растворы	412
9.4. Состав воды.	413
9.4.1. Твердые вещества	413
9.4.2. Мутность	414
9.4.3. Цвет.	414
9.4.4. Растворенный кислород	415
9.4.5. Металлы	416
9.4.6. Органические вещества	416
9.4.7. Неорганические вещества	417
9.4.8. Кислоты	417
9.4.9. Основания	418
9.4.10. Соли	718
9.4.11. pH	418
9.5. Рутинные анализы воды.	419
9.5.1. Щелочность	420
9.5.2. Температура воды	420
9.5.3. Удельная электропроводность	420
9.5.4. Жесткость	421
9.5.5. Контроль запаха при очистке сточных вод	421
9.6. Реагенты для обработки воды	422
9.6.1. Обеззараживание.	422
9.6.2. Коагулирование	423
9.6.3. Удаление запаха (дезодорация) и удаление привкуса	423
9.6.4. Умягчение воды	424
9.6.5. Рекарбонизация	425
9.6.6. Контроль коррозии и образования отложений	426

9.7. Характеристики питьевой воды. Химический состав	426
9.7.1. Органические вещества	427
9.7.2. Синтетические органические вещества	429
9.7.3. Летучие органические соединения	429
9.7.4. Общее содержание растворимых твердых веществ	429
9.7.5. Фториды	429
9.7.6. Тяжелые металлы	430
9.7.7. Биогены	431
Вопросы по содержанию главы	432
Ссылки и рекомендуемая литература	433
Глава 10. Микробиология воды	434
10.1. Введение	434
10.2. Что такое микробиология?	435
10.3. Микроорганизмы, обитающие в воде и неочищенных сточных водах	436
10.4. Основные термины	436
10.5. Классификация и систематика микроорганизмов	437
10.5.1. Классификация	437
10.5.2. Систематика	440
10.6. Клетка	440
10.6.1. Структура бактериальных клеток	441
10.7. Бактерии	443
10.7.1. Факторы роста бактерий	445
10.7.2. Уничтожение бактерий	446
10.7.3. Водопатогенные бактерии	446
10.8. Простейшие	446
10.9. Микроскопические ракообразные	449
10.10. Вирусы	449
10.11. Водоросли	450
10.12. Грибы	451
10.13. Нематоды и плоские черви	451
10.14. Водоочистка и микробиологические процессы	453
10.14.1. Патогенные простейшие	453
10.14.2. <i>Giardia</i> (лямблии)	454
10.14.3. Криптоспоридии	463
10.14.4. Циклоспора	468
10.14.5. Гельминты	469
10.15. Очистка сточных вод и биологические процессы	469
10.15.1. Аэробный процесс	470
10.15.2. Анаэробный процесс	470
10.15.3. Аноксидный процесс	470
10.15.4. Фотосинтез	471
10.15.5. Ростовые циклы	471
10.15.6. Биогеохимические циклы	471
10.15.7. Углеродный цикл	472
10.15.8. Азотный цикл	473
10.15.9. Цикл серы	474
10.15.10. Цикл фосфора	475
Вопросы по содержанию главы	476
Ссылки и рекомендуемая литература	477

Глава 11. Экология воды	479
11.1. Введение	479
11.2. Что такое экология?	480
11.3. Почему так важна экология?	482
11.4. Для чего изучают экологию?	483
11.4.1. Переработка листвы в ручьях	484
11.5. История экологии	487
11.5.1. Модель агроэкосистемы	489
11.5.2. Характеристики агроэкосистем	490
11.5.3. Паттерны экосистем и протекающие в них процессы	491
11.6. Уровни организации	491
11.7. Экосистемы	492
11.8. Поток энергии в экосистеме	493
11.9. Эффективность пищевой цепи	495
11.10. Экологические пирамиды	496
11.11. Продуктивность	497
11.12. Популяционная экология	498
11.13. Формирование ручья и его структура	503
11.13.1. Поток воды в ручье	505
11.13.2. Скорость течения ручья	507
11.13.3. Перенос вещества	507
11.13.4. Характеристики русел потоков	508
11.13.5. Профили потоков	509
11.13.6. Извилистость	509
11.13.7. Отмели, перекаты и плесы	510
11.13.8. Пойма	511
11.13.9. Способы адаптации к течению	514
11.13.10. Типы адаптивных изменений	516
11.13.11. Специфическая адаптация	516
11.14. Бентосные организмы	517
11.15. Бентосные растения и животные	517
11.16. Бентосные макробеспозвоночные	518
11.16.1. Определение бентосных макробеспозвоночных	520
11.16.2. Макробеспозвоночные и пищевая сеть	521
11.16.3. Единицы классификации	522
11.17. Типичные бентосные макробеспозвоночные, обитающие в текучих водах	522
11.17.1. Насекомые	522
11.17.2. Макробеспозвоночные, не являющиеся насекомыми	533
Перечень ключевых терминов	534
Вопросы по содержанию главы	535
Ссылки и рекомендуемая литература	536
Глава 12. Качество воды	538
12.1. Введение	539
12.2. Круговорот воды	540
12.3. Стандарты качества воды	542
12.3.1. Закон о чистой воде	543
12.3.2. Закон о безопасности питьевой воды	544
12.4. Характеристики качества природных и сточных вод	546
12.4.1. Физические показатели природных и сточных вод	547
12.4.2. Химические показатели воды	552

12.4.3. Химические показатели сточных вод	559
12.4.4. Биологические характеристики природных и сточных вод	563
Вопросы по содержанию главы	565
Ссылки и рекомендуемая литература	566
Глава 13. Биомониторинг, мониторинг, отбор и анализ проб	567
13.1. Что такое биомониторинг?	567
13.1.1. Преимущества использования фитоперифитона	568
13.1.2. Преимущества использования рыб	568
13.1.3. Преимущества использования макробеспозвоночных	569
13.2. Методики исследований перифитона	570
13.3. Методики исследований рыб	571
13.4. Методики исследований макробеспозвоночных	572
13.4.1. Биотический индекс	572
13.4.2. Индикаторные группы бентосных макробеспозвоночных	574
13.5. Сбор биологических проб в ручьях	575
13.5.1. Планирование сбора биологических проб	576
13.5.2. Участки сбора проб	577
13.5.3. Частота отбора проб и ведение записей	580
13.5.4. Приспособления для сбора образцов макробеспозвоночных организмов	580
13.5.5. Отбор проб макробеспозвоночных организмов в ручьях с каменистым дном	581
13.5.6. Сбор образцов макробеспозвоночных в ручьях с заиленным дном	587
13.5.7. Порядок действий по окончании сбора проб	593
13.5.8. Приспособления для сбора проб	593
13.5.9. Заключение к разделу о сборе биологических проб	597
13.6. Мониторинг качества питьевой воды	598
13.6.1. Хорошая вода или плохая?	599
13.6.2. Программы внедрения стандартов качества, принятые в отдельных штатах	601
13.6.3. Составление программы мониторинга качества воды	601
13.7. Общие рекомендации по подготовительным процедурам и отбору проб	603
13.7.1. Процедуры очистки посуды и вспомогательных приспособлений	603
13.7.2. Типы проб	603
13.7.3. Отбор проб воды из водотока	604
13.7.4. Консервация и хранение проб	606
13.7.5. Стандартизация методов	607
13.8. Методы анализа питьевой воды и сточных вод	607
13.8.1. Объемные методы	608
13.8.2. Колориметрические методы	608
13.8.3. Визуальные методы	608
13.8.4. Электронные методы	608
13.8.5. Определение содержания растворенного кислорода	608
13.8.6. Анализ биохимического потребления кислорода	616
13.8.7. Измерение температуры	620
13.8.8. Измерение жесткости	621
13.8.9. Измерение pH	622
13.8.10. Измерение мутности	623
13.8.11. Анализ ортофосфата	626
13.8.12. Анализ нитратов	629
13.8.13. Анализ твердых веществ	632
13.8.14. Анализ электропроводности	637
13.8.15. Общая щелочность	639
13.8.16. Анализ фекальных колиформных бактерий	640

13.8.17. Оценка и анализ видимого цвета воды	654
13.8.18. Анализ запаха воды	655
13.8.19. Анализ общего остаточного хлора	656
13.8.20. Фториды	660
Вопросы по содержанию главы	661
Ссылки и рекомендуемая литература	661
Часть IV. Вода и водоподготовка	663
Глава 14. Источники питьевой воды	664
14.1. Введение	664
14.1.1. Ключевые термины и их определения	664
14.2. Гидрологический цикл	666
14.3. Источники воды	667
14.4. Поверхностные воды	668
14.4.1. Преимущества и недостатки поверхностных вод	668
14.4.2. Гидрология поверхностных вод	669
14.4.3. Накопление сырой воды	670
14.4.4. Поверхностный водозабор	670
14.4.5. Сетчатые фильтры для поверхностных вод	673
14.4.6. Качество поверхностных вод	673
14.5. Подземные воды	673
14.5.1. Качество подземных вод	675
14.6. Подземные воды, находящиеся под прямым влиянием поверхностных вод	676
14.7. Качество поверхностных вод и требования к их обработке	676
14.7.1. Статья №1 «Правил применения дезинфектантов и контроля побочных продуктов обеззараживания»	678
14.7.2. Временные расширенные правила обработки поверхностных вод (<i>IESWT</i>)	678
14.7.3. Предельные сроки исполнения нормативных требований	679
14.8. Нормативы качества для коммунальных систем водоснабжения	679
14.9. Скважинные системы	680
14.9.1. Требования к местоположению скважины	680
14.9.2. Типы скважин	681
14.9.3. Компоненты скважины	683
14.9.4. Оценка скважины	685
14.9.5. Скважинные насосы	686
14.9.6. Работа скважины в штатном режиме и требования к ведению записей	686
14.9.7. Техническое обслуживание скважины	688
14.9.8. Ликвидация скважины	689
Вопросы по содержанию главы	690
Ссылки и рекомендуемая литература	690
Глава 15. Охрана водосборного бассейна	691
15.1. Введение	691
15.2. Актуальные проблемы управления водным хозяйством	692
15.3. Что такое водосборный бассейн?	693
15.3.1. Факторы, влияющие на качество воды	694
15.4. Охрана водосборного бассейна и нормативные документы	694
15.5. План охраны водосборного бассейна	695
15.6. Управление эксплуатацией водоема	695
15.7. Управление водосборным бассейном	695
15.8. Восемь инструментов охраны водосборного бассейна	696
15.8.1. Инструмент № 1 — планирование землепользования	697

15.8.2. Инструмент № 2 — охрана земельных ресурсов и рациональное землепользование	699
15.8.3. Инструмент № 3 — буферные зоны вокруг водных объектов	
15.8.4. Инструмент № 4 — улучшение структуры территории	700
15.8.5. Инструмент № 5 — регулирование процессов эрозии и образования наносов ..	701
15.8.6. Инструмент № 6 — регулирование ливневых стоков	701
15.8.7. Инструмент № 7 — регулирование недождевых стоков	702
15.8.8. Инструмент № 8 — программы контроля состояния водосборного бассейна ..	703
Вопросы по содержанию главы	705
Ссылки и рекомендуемая литература	705
Глава 16. Технология водоподготовки	706
16.1. Введение	706
16.2. Операторы водоподготовки	708
16.3. Цели водоподготовки	708
16.4. Этапы водоподготовки	709
16.5. Предварительная обработка	709
16.5.1. Аэрация	710
16.5.2. Сетчатые фильтры	711
16.5.3. Добавление химикатов	711
16.6. Коагуляция	727
16.7. Флокуляция	730
16.8. Осаждение	731
16.9. Фильтрация	732
16.9.1. Классификация технологий фильтрования	733
16.9.2. Типичные проблемы, связанные с фильтрами	738
16.9.3. Фильтрация и соответствие нормативам по мутности (IESTWR)	738
16.10. Обеззараживание	749
16.10.1. Необходимость обеззараживания в процессе водоподготовки	751
16.10.2. Наиболее опасные болезнетворные микроорганизмы	752
16.10.3. Вспышки водных болезней, зарегистрированные за последнее время	754
16.10.4. Механизмы инаktivации болезнетворных микроорганизмов	756
16.10.5. Другие цели применения дезинфектантов при водоподготовке	757
16.10.6. Типы побочных продуктов обеззараживания и остаточных дезинфектантов	763
16.10.7. Образование побочных продуктов обеззараживания	765
16.10.8. Контроль побочных продуктов обеззараживания	768
16.10.9. Выбор стратегии обеззараживания	771
16.10.10. Фактор СТ	771
16.10.11. Нормативные требования к остаточному содержанию дезинфектантов	772
16.10.12. Краткое обсуждение действующих национальных программ обеззараживания	773
16.10.13. Краткий обзор методов обеззараживания	774
16.10.14. Хлорирование	775
16.11. Удаление мышьяка из питьевой воды	796
16.11.1. Воздействие мышьяка	797
16.11.2. Технологии удаления мышьяка	797
16.12. Кто несет ответственность за качество питьевой воды?	807
Вопросы по содержанию главы	808
Ссылки и рекомендуемая литература	812

Часть V. Сточные воды и их очистка	815
Глава 17. Технологии очистки сточных вод	816
17.1. Операторы водоочистки.	816
17.1.1. Модель процесса водоочистки.	817
17.2. Терминология водоочистки и определения понятий	818
17.3. Оценка эффективности работы станции	822
17.3.1. Расчет эффективности работы предприятия.	822
17.3.2. Расчет эффективности отдельных технологических процессов.	822
17.3.3. Расчет процентной доли удаленных летучих соединений	823
17.3.4. Время гидравлического удерживания	823
17.4. Источники сбросов и характеристики сточных вод	824
17.4.1. Источники сбросов	825
17.4.2. Характеристики сточных вод	826
17.5. Канализационные коллекторные системы.	829
17.5.1. Самотечные коллекторные системы	829
17.5.2. Напорные коллекторные системы	830
17.5.3. Вакуумные системы	830
17.5.4. Насосные станции	830
17.5.5. Расчеты для насосной станции с мокрой камерой.	831
17.6. Предварительная обработка	832
17.6.1. Сетчатые фильтры.	833
17.6.2. Измельчение.	836
17.6.3. Улавливание крупнозернистых материалов	837
17.6.4. Предварительная аэрация.	841
17.6.5. Внесение химических реагентов	842
17.6.6. Уравнивание потока	843
17.6.7. Аэрируемые системы очистки от крупнозернистых материалов.	843
17.6.8. Песколовка циклонного типа	843
17.6.9. Отбор и анализ проб во время предварительной обработки.	843
17.6.10. Контрольные расчеты других процессов предварительной обработки.	844
17.7. Первичная обработка (осаждение, отстаивание)	846
17.7.1. Описание процесса	846
17.7.2. Общие сведения о первичном осаждении	847
17.7.3. Типы резервуаров-отстойников	847
17.7.4. Оперативные наблюдения, проблемы и поиск неисправностей	849
17.7.5. Расчеты для контроля технологического процесса	850
17.7.6. Анализ проблем.	853
17.7.7. Поток, выходящий из отстойника	854
17.8. Вторичная обработка	855
17.8.1. Пруды для обработки стоков	856
17.8.2. Биологические фильтры	860
17.8.3. Вращающиеся биологические контакторы.	874
17.9. Активный ил	881
17.9.1. Терминология, связанная с очисткой активным илом	882
17.9.2. Оборудование для очистки активным илом	884
17.9.3. Обзор технологий очистки активным илом	885
17.9.4. Факторы, влияющие на ход процесса очистки активным илом	886
17.9.5. Кривая роста	886
17.9.6. Образование активного ила	887
17.9.7. Факторы контроля процесса очистки активным илом.	887

17.9.8. Модификации технологии очистки активным илом	889
17.9.9. Контроль параметров процесса очистки активным илом	891
17.9.10. Контрольные уровни процесса очистки активным илом	893
17.9.11. Визуальные признаки качества входящего потока и работы аэротенка.	895
17.9.12. Наблюдение за функционированием последнего резервуара-отстойника (осветлителя).	896
17.9.13. Отбор и анализ проб при управлении технологическим процессом	897
17.9.14. Концентрация твердых веществ во вторичном осветлителе.	920
17.9.15. Требования к ведению записей при обработке активным илом	920
17.10. Обеззараживание сточных вод	921
17.10.1. Обеззараживание хлором	921
17.10.2. Ультрафиолетовое облучение.	934
17.10.3. Озонирование.	935
17.10.4. Хлористый бром	936
17.10.5. Разрешение на сброс очищенной воды без обеззараживания.	937
17.11. Третичная очистка (доочистка) сточных вод	937
17.11.1. Химическая обработка	938
17.11.2. Микрофильтрация	939
17.11.3. Фильтрация	941
17.11.4. Биологическая нитрификация	943
17.11.5. Биологическая денитрификация	945
17.11.6. Адсорбция активированным углем	946
17.11.7. Почвенная очистка сточных вод.	948
17.11.8. Биологическое удаление биогенов.	952
17.11.9. Усиленное биологическое удаление биогенов	952
17.12. Переработка твердого осадка (ила и твердых веществ биологического происхождения).	957
17.12.1. Ил. Общая информация	957
17.12.2. Источники ила	958
17.12.3. Характеристики ила	959
17.12.4. Расчет процесса откачки ила	960
17.12.5. Сгущение ила.	963
17.12.6. Стабилизация ила	969
17.12.7. Роторная вакуумная фильтрация	980
17.12.8. Фильтрация под давлением	984
17.12.9. Центрифугирование	988
17.12.10. Сжигание ила.	989
17.12.11. Внесение в почву отходов — твердых веществ биологического происхождения.	996
17.13. Разрешения, записи и отчеты	997
17.13.1. Определения.	997
17.13.2. Разрешения <i>NPDES</i>	1000
17.13.3. Отбор и анализ проб	1001
17.13.4. Расчеты	1002
Вопросы по содержанию главы	1004
Ссылки и рекомендуемая литература.	1008
Приложение А. Ответы на вопросы по содержанию глав	1009
Приложение Б. Формулы.	1020
Приложение В. Соотношения между единицами измерения.	1021
Приложения 1 и 2. Математические и технические аспекты водоочистки и водоподготовки (книга 2)	