

38.761я7  
А47  
СА-401112

СРЕДНЕЕ  
ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ  
ОБРАЗОВАНИЕ

Электронно-  
Библиотечная  
Система  
znanium.com

Л.С. Алексеев

# КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ВОДЫ



УЧЕБНИК



СРЕДНЕЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

Серия основана в 2001 году

Л.С. АЛЕКСЕЕВ

# КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ВОДЫ

УЧЕБНИК

4-е издание, переработанное и дополненное

Допущено Государственным комитетом Российской Федерации  
по строительству и жилищно-коммунальному комплексу в качестве учебника для сту-  
дентов средних специальных учебных заведений,  
обучающихся по специальности 08.02.04 «Водоснабжение и водоотведение»

Электронно-  
Библиотечная  
Система  
znanium.com

Москва  
ИНФРА-М

2022  
Государственное бюджетное  
учреждение культуры

«Оренбургская областная универсальная  
научная библиотека им. Н.К. Крупской»

СА-401112

# СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                                                                                          |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>ВВЕДЕНИЕ .....</b>                                                                                                                    | <b>5</b>  |
| <b>Раздел 1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ПРОЦЕССОВ<br/>ОБРАБОТКИ ПРИРОДНЫХ И ТЕХНИЧЕСКИХ ВОД.....</b>                                       | <b>8</b>  |
| 1.1. Оценка качества природных, питьевых<br>и технических вод .....                                                                      | 8         |
| 1.2. Лабораторно-производственный контроль<br>качества воды в системах хозяйственно-<br>питьевого и производственного водоснабжения .... | 14        |
| 1.3. Контроль предварительной обработки воды,<br>процессов коагулирования, отстаивания,<br>фильтрования .....                            | 19        |
| 1.4. Контроль процессов обеззараживания воды.....                                                                                        | 26        |
| 1.5. Контроль процессов фторирования,<br>обесфторивания, обезжелезивания воды,<br>удаления марганца .....                                | 30        |
| 1.6. Контроль процессов стабилизационной<br>обработки воды. Удаление газов: кислорода,<br>сероводорода.....                              | 32        |
| 1.7. Контроль процессов умягчения, опреснения<br>и обессоливания воды .....                                                              | 37        |
| 1.8. Контроль гидрохимического режима работы<br>оборотных систем охлаждающего<br>водоснабжения .....                                     | 42        |
| 1.9. Контроль процесса охлаждения воды .....                                                                                             | 48        |
| 1.10. Упражнения и задачи .....                                                                                                          | 50        |
| <b>РАЗДЕЛ 2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ПРОЦЕССОВ<br/>ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД .....</b>                                                        | <b>76</b> |
| 2.1. Общие положения .....                                                                                                               | 76        |
| 2.2. Классификация сточных вод.<br>Виды загрязнений и методы их удаления.....                                                            | 82        |
| 2.3. Контроль процессов механической<br>очистки сточных вод .....                                                                        | 89        |
| 2.4. Контроль работы сооружений аэробной<br>биологической очистки сточных вод.....                                                       | 96        |
| 2.5. Контроль процессов доочистки<br>и обеззараживания сточных вод .....                                                                 | 108       |

|                         |                                                                                                             |            |
|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 2.6.                    | Контроль процессов обработки осадков.<br>Процессы метанового брожения<br>и контроль работы метантенков..... | 116        |
| 2.7.                    | Контроль работы сооружений обезвоживания<br>и сушки осадка .....                                            | 128        |
| 2.8.                    | Контроль процессов обработки<br>промышленных стоков и методов<br>извлечения из них вредных веществ .....    | 133        |
| 2.9.                    | Контроль деструктивных методов очистки<br>промышленных сточных вод .....                                    | 139        |
| 2.10.                   | Упражнения и задачи .....                                                                                   | 142        |
| <b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....</b> |                                                                                                             | <b>157</b> |
| <b>ЛИТЕРАТУРА .....</b> |                                                                                                             | <b>158</b> |

## ВВЕДЕНИЕ

В условиях все расширяющегося внедрения в водное хозяйство прогрессивных технических решений в области водоподготовки и очистки сточных вод научно обоснованный контроль качества воды является одним из важнейших факторов санитарно-эпидемиологического благополучия населенных пунктов, а также предотвращения техногенных и экологических катастроф. Зачастую состав воды определяет набор водообрабатывающих сооружений и величину удельного расхода воды для различных абонентов водопровода и систем водоотведения.

Эффективное осуществление такого контроля зависит от наличия в стране подготовленных специалистов-технологов высшей и средней квалификации. Курс «Контроль качества воды» изучается после того, как студенты уже ознакомились с большей частью общеобразовательных и специальных дисциплин, и может, таким образом, рассматриваться как завершающий этап обучения по вопросам технологии обработки воды. Поэтому автор исходил из того, что общие вопросы очистки природных и сточных вод учащимся уже известны, и изложил часть материалов в учебнике без подробного рассмотрения основ технологических процессов водообработки.

Внедрение новых технологий обработки воды с применением большого количества реагентов и специального оборудования различного назначения неизбежно связано с повышением уровня автоматизации и приборного оснащения. Подробнее с организацией управления и автоматизации процессов контроля качества воды можно познакомиться в учебном пособии [1].

Информация о приборах и устройствах, предназначенных для контроля качества воды, содержится в справочнике [2]. Там же сообщается о принципе их действия, особенностях конструкции и условиях эксплуатации.

Развитие системы частного предпринимательства, укрепление частных операторов в области водопользования, приватизация водоканалов приводят к необходимости разработки новых законодательных актов, направленных на регулирование отношений между государством и индивидуальным водопользователем. Представление о законодательно-правовой базе водоснабжения и принципах ор-

ганизации производственного контроля и госсанэпиднадзора за качеством питьевой воды дает литература [3].

Предыдущее одноименное третье издание этого курса, подготовленное к печати проф. Л.С. Алексеевым, было выпущено Издательским Домом «ИНФРА-М» в 2004 г. В данной редакции третьего издания учтены полученные замечания и предложения по его совершенствованию.

За прошедшее пятилетие в водном хозяйстве страны произошли серьезные изменения. По инициативе партии «Единая Россия» развернулась работа по созданию Федеральной целевой программы «Чистая вода», направленной на улучшение качества питьевой воды.

В 2006 г. появился Водный кодекс РФ, в котором прослеживается направленность на реформирование нормативной базы в духе европейского и североамериканского законодательства, где основной акцент делается на жестком экологическом контроле за ходом и результатами деятельности в водных и околотоводных пространствах. Увеличение безопасности питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения требует усиления надзорных служб, переоснащения и повышения их статуса.

В водном хозяйстве страны все отчетливее проявляет себя необходимость пересмотра величины норматива некоторых показателей качества воды в сторону ужесточения. Поэтому требуется существенное повышение защитных функций очистных сооружений.

В таких крупных мегаполисах, как Москва, Санкт-Петербург, Нижний Новгород и др., в последние годы наблюдается процесс снижения водопотребления и связанное с ним уменьшение скорости движения воды в трубопроводах, что приводит к нарушениям основных параметров воды по цветности и мутности. В этих условиях требования к соблюдению надлежащего санитарного состояния трубопроводов питьевой воды приобретают приоритетное значение.

Бурное развитие нефтегазового промысла расширило использование мягких коррозионно-агрессивных вод в системах централизованного водоснабжения населенных пунктов, особенно в азиатской части страны. В отсутствие стабилизационной обработки эти воды при транспортировании по стальным трубопроводам загрязняются продуктами коррозии — железом в концентрации, превышающей его нормативное содержание в воде питьевого качества.

В материалах данной редакции учебника предпринята попытка учесть эти изменения. При этом, так же как и ранее, понятие «контроль качества воды» здесь трактуется расширительно и под ним понимается не столько аналитическое открытие важнейших ингредиентов состава воды, сколько комплекс технологических мероприятий по целенаправленному управлению составом воды с целью придания ей потребительских свойств.

Учебник написан в полном соответствии с программой дисциплины «Контроль качества воды» для специальности 2912 «Водоснабжение и водоотведение». Поэтому в нем некоторые вопросы, не предусмотренные программой данного учебного курса, но имеющие отношение к рассматриваемой проблеме, изложены фрагментарно. К ним относятся, в частности, вопросы оценки надежности технических устройств водного хозяйства, методики аналитических определений содержания в воде макро- и микрокомпонентов, организация ведомственного контроля качества воды санэпидемнадзором, инспекцией рыбнадзора, органами охраны и использования водных ресурсов.

Современное терминологическое оформление учебного материала обеспечено в соответствии с рекомендациями [4].

Автор выражает признательность рецензентам: заведующему кафедрой «Охраны водных ресурсов» Московского Государственного строительного университета, проф., д-ру хим. наук Б.Н. Фрогу и заведующей кафедрой «Коммунального и промышленного водопользования» Московского института коммунального хозяйства и строительства, проф., д-ру техн. наук И.И. Павлиновой за ряд ценных замечаний.

| Средняя температура воды, °С | Средняя температура воздуха, °С | Средняя температура воды, °С | Средняя температура воздуха, °С |
|------------------------------|---------------------------------|------------------------------|---------------------------------|
| 10-15                        | 10-15                           | 10-15                        | 10-15                           |
| 16-20                        | 16-20                           | 16-20                        | 16-20                           |
| 21-25                        | 21-25                           | 21-25                        | 21-25                           |
| 26-30                        | 26-30                           | 26-30                        | 26-30                           |
| 31-35                        | 31-35                           | 31-35                        | 31-35                           |
| 36-40                        | 36-40                           | 36-40                        | 36-40                           |
| 41-45                        | 41-45                           | 41-45                        | 41-45                           |
| 46-50                        | 46-50                           | 46-50                        | 46-50                           |
| 51-55                        | 51-55                           | 51-55                        | 51-55                           |
| 56-60                        | 56-60                           | 56-60                        | 56-60                           |
| 61-65                        | 61-65                           | 61-65                        | 61-65                           |
| 66-70                        | 66-70                           | 66-70                        | 66-70                           |
| 71-75                        | 71-75                           | 71-75                        | 71-75                           |
| 76-80                        | 76-80                           | 76-80                        | 76-80                           |
| 81-85                        | 81-85                           | 81-85                        | 81-85                           |
| 86-90                        | 86-90                           | 86-90                        | 86-90                           |
| 91-95                        | 91-95                           | 91-95                        | 91-95                           |
| 96-100                       | 96-100                          | 96-100                       | 96-100                          |

# **Раздел 1**

## **ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ПРОЦЕССОВ ОБРАБОТКИ ПРИРОДНЫХ И ТЕХНИЧЕСКИХ ВОД**

### **1.1. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПРИРОДНЫХ, ПИТЬЕВЫХ И ТЕХНИЧЕСКИХ ВОД**

Источниками водоснабжения в большинстве регионов РФ являются поверхностные воды рек (водохранилищ) и озер, на долю которых приходится 65–68% от общего объема водозабора. Ниже приводится оценка качества воды в них в зависимости от некоторых характерных показателей состава: pH, минерализованности (солесодержания), жесткости, содержания взвешенных и органических веществ, а также фазово-дисперсного состояния.

Сравнивая оценочные и фактические показатели состава воды в источниках Российской Федерации, можно отметить преобладание мягких и очень мягких, а также мало- и среднеминерализованных вод в азиатской ее части и северных районах, т.е. на большей части территории страны. Повсеместное загрязнение водных объектов примесями антропогенного и техногенного происхождения, наблюдаемое в последние годы, обусловлено поступлением в них неочищенных и недостаточно очищенных сточных вод, хозяйственно-бытовых и промышленных, талых и ливневых вод с водосборов.

Под качеством природной воды понимают совокупность ее свойств, обусловленных характером и концентрацией содержащихся в воде примесей. Ниже дана классификация вод по различным признакам: величине pH, минерализованности, жесткости, прозрачности, цветности и размеру содержащихся в воде частиц (Журба М.Г.).

| <b>Среда</b>   | <b>pH</b> | <b>Минерализованность<br/>(солесодержание)</b> | <b>Сухой остаток,<br/>мг/дм<sup>3</sup></b> |
|----------------|-----------|------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Сильнокислая   | < 4,5     | Малая                                          | < 200                                       |
| Слабокислая    | 4,5–6,5   | Средняя                                        | 200–500                                     |
| Нейтральная    | 6,5–8     | Повышенная                                     | 500–1000                                    |
| Слабощелочная  | 8,0–9     | Высокая                                        | 1000–2000                                   |
| Сильнощелочная | > 9       | Очень высокая                                  | 2000–8000                                   |

| Характеристика воды | Жесткость, мг-экв/дм <sup>3</sup> | Прозрачность | По шрифту Снеллена | Содержание взвеси, мг/дм <sup>3</sup> |
|---------------------|-----------------------------------|--------------|--------------------|---------------------------------------|
| Очень мягкая        | ≤ 1,5                             | Прозрачная   | > 30               | < 5                                   |
| Мягкая              | 1,5–3                             | Слабомутная  | 25–30              | 5–20                                  |
| Средняя             | 3–6                               | Среднемутная | 20–25              | 20–50                                 |
| Жесткая             | 8–10                              | Мутная       | 10–20              | 50–300                                |
| Очень жесткая       | > 10                              | Очень мутная | < 10               | > 300                                 |

| Характеристика окисляемости (цветности) | Перманганатная окисляемость, мг/дм <sup>3</sup> O <sub>2</sub> | Цветность, град. Pt-Co шкалы |
|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------------|------------------------------|
| Очень малая                             | ≤ 2,5                                                          | ≤ 25                         |
| Малая                                   | 2,5–6                                                          | 25–50                        |
| Средняя                                 | 6–12                                                           | 50–80                        |
| Высокая                                 | 12–20                                                          | 80–120                       |
| Очень высокая                           | > 20                                                           | > 120                        |

| Фазово-дисперсная группа       | Характер примесей                                                          | Размер частиц, см                  | Структурные системы |
|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|---------------------|
| I<br>Взвеси                    | Суспензии, эмульсии, микроорганизмы                                        | 10 <sup>-2</sup> –10 <sup>-5</sup> | Гетерогенные        |
| II<br>Коллоидные растворы      | Коллоиды, высокомолекулярные соединения, вирусы                            | 10 <sup>-5</sup> –10 <sup>-6</sup> | Гетерогенные        |
| III<br>Молекулярные соединения | Газы, растворимые в воде; органические вещества, придающие запах и привкус | 10 <sup>-6</sup> –10 <sup>-7</sup> | Гомогенные          |
| IV<br>Ионные растворы          | Соли, кислоты, основания                                                   | 10 <sup>-7</sup> –10 <sup>-8</sup> | Гомогенные          |

По специфике требований к качеству очищенной воды различают воду, используемую для хозяйственно-питьевых целей, нужд пищевой промышленности, сельского хозяйства и промышленности.

Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения и правила контроля качества воды, производимой и подаваемой системами питьевого водоснабжения населенных мест в РФ, устанавливаются по [5].

## **Раздел 2**

# **ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ПРОЦЕССОВ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД**

### **2.1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

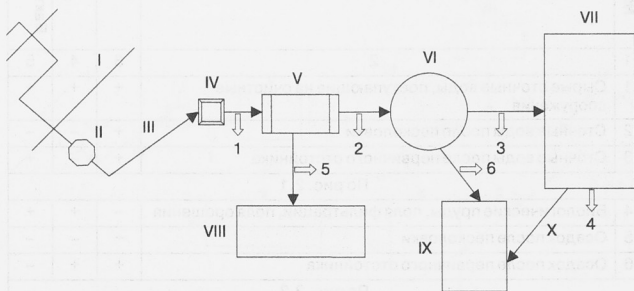
Контроль за работой очистных сооружений и сбросом сточных вод проводится для предупреждения и прекращения загрязнения водных объектов неочищенными и недостаточно очищенными сточными водами, а также повторного их использования в промышленности и сельском хозяйстве. Он включает в себя учет и регистрацию очистных сооружений; проверку эффективности очистки сточных вод; определение влияния сбрасываемых сточных вод на водные объекты и технологические процессы; выдачу предписаний по совершенствованию работы очистных сооружений.

Обследование очистных сооружений предполагает изучение проектных данных, технологической схемы и регламента работы очистных сооружений, а также их паспортов; ознакомление с ранее выданным разрешением на сброс очищенных сточных вод; проверку выполнения ранее выданных предписаний по улучшению работы очистных сооружений. Одновременно ведут контроль работы лаборатории, осуществляющей ведомственный контроль за эксплуатацией очистных сооружений. При этом особое внимание обращают на укомплектованность ее квалифицированными кадрами, оснащенность необходимым оборудованием, соблюдение согласованных с органами водоохраны методик, периодичности и объема анализов сточных вод, а также точек и порядка взятия проб, ведение отчетной документации, изучение данных лабораторного анализа сточных вод, поступающих на очистные сооружения, и сравнение их с проектными данными.

Во время обследования проверяют соблюдение регламентов на эксплуатацию каждого сооружения и организацию учета количества очищаемой воды, обращают внимание на степень автоматизации технологических процессов, подачу и дозирование реагентов, работу насосных станций, скребковых механизмов в отстойниках, регулирование работы аэрационных сооружений,

метантенков, механического обезвреживания осадков, обеззараживания хлором и других процессов, устанавливают соответствие находящихся в эксплуатации сооружений запроектированным.

При необходимости отбирают пробы и проводят анализ сточных вод для определения степени их очистки как на очистных сооружениях в целом, так и по отдельным ступеням. Место, время и способ взятия проб зависят от цели осуществляемой проверки и определяются в каждом конкретном случае с учетом режима работы очистных сооружений и возможных колебаний по времени состава и расхода сточных вод (рис. 2.1–2.3).



**Рис. 2.1. Схема сооружений биологической очистки сточных вод в естественных условиях с указанием мест взятия проб (1–6) для лабораторного контроля:**

I — сети водоотведения; II — насосная станция перекачки;  
 III — напорный водовод; IV — колодец-успокоитель; V — песколовка;  
 VI — первичный отстойник; VII — биологические пруды, поля фильтрации;  
 VIII — песковые площадки; IX — иловые площадки; X — дренажный канал;  
 ⇒ — места взятия проб сточной воды

В табл. 2.1 дана характеристика состава указанных на рис. 2.1–2.3 проб и перечень определений, которые должны выполняться с их содержанием.

Необходимо отметить, что взятие проб производится в обязательном порядке на входе и выходе из очистных сооружений или проверяемой ступени очистки с учетом времени прохождения сточных вод через сооружения. По результатам контрольных анализов определяют эффективность работы очистных сооружений и оценивают достаточность очистки сточных вод на них.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В водоснабжении и водоотведении населенных пунктов и промышленных предприятий контроль качества воды имеет не менее важное значение, чем установление и обеспечение требуемых расходов и давлений в водоразборных сетях и водоотводящих коллекторах. От доброкачественности воды во многом зависит здоровье людей, санитарное благополучие водных объектов и возможность выпуска продукции, отвечающей техническим условиям на ее изготовление. Поэтому постоянные усилия и средства должны затрачиваться на поиск более эффективных технологий, систем очистки, приемов землепользования и т.д. Нормативы и иные ограничения должны устанавливаться на определенный период с нормативными сроками внедрения технологий.

При изучении дисциплины «Контроль качества воды» по данному учебнику студент приобретает знания о современном состоянии качества воды в источниках водоснабжения, качестве питьевой и сточной воды, а также о процессах, происходящих при очистке этих вод. Он знакомится с возможностью действующих очистных станций удалять из воды различные примеси. Полученные знания позволяют студенту по эксплуатационным данным давать правильные заключения об эффективности работы станций, способах реконструкции действующих очистных сооружений с целью повышения глубины очистки воды, а также о необходимости использования дополнительных технологий водообработки.

Для закрепления теоретических знаний и приобретения необходимых практических умений изучение учебного курса должно сопровождаться лабораторными работами и практическими занятиями по теме.

Использование полученных знаний будущими специалистами позволит им активно способствовать решению одной из сложнейших задач современности — защите национальных водных ресурсов от истощения и деградации.

Конец ознакомительного фрагмента

Уважаемый читатель!

Размещение полного текста данного  
произведения невозможно в связи с ограничениями  
по IV части ГР РФ.

Эту книгу вы можете почитать в Оренбургской  
областной универсальной научной библиотеке  
им. Н. К. Крупской по адресу: г. Оренбург,  
ул. Советская, 20; тел. для справок: (3532) 32-32-49