

**Методические указания МУ 2.1.4.719-98**  
**"Санитарный надзор за применением ультрафиолетового излучения**  
**в технологии подготовки питьевой воды"**  
(утв. Главным Государственным санитарным врачом РФ  
октября 1998 г.)

Дата введения - 15 декабря 1998 года

- 1. Область применения
- 2. Нормативные ссылки
- 3. Основные положения
- 4. Санитарный надзор в области питьевого водоснабжения при использовании УФ-метода обработки воды на стадии проектирования
- 5. Санитарный надзор за эксплуатацией УФ-установок в системах централизованного питьевого водоснабжения
- Приложение 1. Перечень терминов, понятий и единиц измерения
- Приложение 2. (справочное). Доза ультрафиолетового облучения (мДж/см<sup>2</sup>), необходимая для инактивации различных видов микроорганизмов
- Список литературы

### 1. Область применения

Настоящие указания устанавливают основные санитарные требования к организации обеззараживания воды методом УФ-излучения при использовании его в технологии получения питьевой воды.

Документ конкретизирует ряд положений основополагающих документов водно-санитарного законодательства в части гигиенических требований к качеству обрабатываемой воды, величине дозы УФ-облучения, гарантирующей заданную степень обеззараживания, к УФ-установкам и месту расположения их в технологической схеме водоподготовки, а также в части мероприятий, обеспечивающих безопасные условия труда персонала, обслуживающего оборудование.

Методическими указаниями необходимо руководствоваться при осуществлении государственного санитарно-эпидемиологического надзора за системами питьевого водоснабжения, а также при проектировании, сдаче в эксплуатацию и эксплуатации УФ-установок обеззараживания воды, проведении производственного контроля за их работой.

### 2. Нормативные ссылки

В настоящих методических указаниях использованы ссылки на следующие документы:

2.1. Закон Российской Федерации "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения".

2.2. ГОСТ 2761-84 "Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Гигиенические, технические требования и правила выбора".

2.3. СанПиН 2.1.4.559-96 "Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества".

*См. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.1.4.1074-01 "Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества", утвержденные Главным государственным санитарным врачом РФ 26 сентября 2001 г. N 24*

2.4. МУК 4.2.671-97 "Методы санитарно-микробиологического анализа питьевой воды".

*С 1 июля 2001 вместо МУК 4.2.671-97 "Методы санитарно-микробиологического анализа питьевой воды" введены МУК 4.2.1018-01 "Санитарно-микробиологический анализ питьевой воды", утвержденные Главным государственным санитарным врачом РФ 9 февраля 2001 г.*

## 2.5. МУК 4.2.668-97 "Санитарно-паразитологические исследования воды".

*С 1 июня 2000 г. действуют Методические указания МУК 4.2.964-00 4.2. "Санитарно-паразитологическое исследование воды хозяйственного и питьевого использования", утвержденные Главным государственным санитарным врачом РФ 22 марта 2000 г.*

### 3. Основные положения

3.1. Ультрафиолетовым излучением называется электромагнитное излучение с длиной волны 10-400 нм и соответствующей энергией фотонов 12,4-3,1 электронвольт.

3.2. Для обеззараживания воды в технологии водоподготовки используется биологически активная область спектра УФ-излучения с длиной волны от 205 до 315 нм, называемая бактерицидным излучением. Максимум бактерицидного действия приходится на область 250-270 нм.

3.3. Ультрафиолетовое излучение обладает выраженным биоцидным действием в отношении различных микроорганизмов, включая бактерии, вирусы и грибы.

УФ-облучение в дозах, обеспечивающих бактерицидный эффект, не гарантирует эпидемиологическую безопасность воды в отношении возбудителей паразитологических заболеваний.

3.4. Обеззараживающее действие УФ-излучения основано на необратимых повреждениях молекул ДНК и РНК микроорганизмов, находящихся в воде, за счет фотохимического воздействия лучистой энергии. Фотохимическое воздействие предполагает разрыв или изменение химических связей органической молекулы в результате поглощения энергии фотона.

3.5. Степень инаktivации под действием УФ-излучения микроорганизмов пропорциональна интенсивности излучения (мВт/см<sup>2</sup>) и времени облучения (с).

Произведение интенсивности излучения на время называется дозой облучения (мДж/см<sup>2</sup>) и является мерой бактерицидной энергии, сообщенной микроорганизмам.

3.6. Дозы УФ-облучения по критерию гибели бактериальных клеток подразделяются на:

- суббактерицидные, не вызывающие гибели бактерий;
- бактерицидные, вызывающие гибель бактериальной клетки.

3.7. Для достижения заданной степени обеззараживания воды УФ-излучением необходим учет основных факторов, влияющих на процесс обеззараживания. К таким факторам относятся:

- мощность источников УФ-излучения и рациональное использование ее в УФ-установках обеззараживания воды;
- поглощение УФ-излучения обеззараживаемой водой;
- закономерности отмирания различных микроорганизмов под действием УФ-излучения.

3.8. В качестве источников УФ-излучения для обеззараживания воды используются газоразрядные лампы, имеющие в спектре своего излучения диапазон длин волн 205-315 нм. Существуют конструкции ламп, в спектре излучения ртутного разряда которых содержится линия 185 нм. В процессе работы этих ламп в воздушной среде образуется озон.

3.8.1. Основным типом ламп, применяемых в установках обеззараживания воды, являются лампы, заполненные смесью паров ртути и инертных газов и работающие в режимах низкого и высокого давления.

3.8.2. Лампы низкого давления имеют электрическую мощность 2-200 Вт и рабочую температуру 40-150°C. В лампах этого типа около 30% электрической энергии преобразуется в бактерицидное излучение с длиной волны 254 нм. Срок службы ламп низкого давления составляет 5000-10000 ч.

3.8.3. Лампы высокого давления имеют мощность 50-10000 Вт и работают при температуре 600-800°C. Эти лампы имеют широкий спектр излучения и низкий коэффициент полезного действия в области коротковолнового излучения. Их использование в технологии обеззараживания воды обусловлено большой мощностью ламп.

3.8.4. Конструктивно источники УФ-излучения делятся на лампы с отражателями и лампы с защитными кварцевыми чехлами.

3.8.5. УФ-лампы с отражателями используются в установках с непогруженными источниками излучения. Эти лампы располагаются над свободно текущей водой, т.е. в установках отсутствует непосредственный контакт ламп с водой.

3.8.6. УФ-лампы с защитными кварцевыми чехлами используются в установках с погруженными источниками излучения. Лампы с защитными чехлами располагаются в потоке воды, обтекающей их со всех сторон. Защитные чехлы изготавливаются обычно из кварцевого стекла и предназначены для стабилизации температурного режима ламп.

3.8.7. Для обеззараживания питьевой воды чаще применяются установки с погруженными источниками вследствие более высокой эффективности использования УФ-излучения ламп.

3.9. Установки УФ-обеззараживания должны обеспечивать равномерное распределение дозы облучения во всем объеме обеззараживаемой воды. Равномерность облучения достигается за счет турбулентности потока вследствие высокой скорости течения воды в установках и конструкции установок, предусматривающей наличие специальных "выравнивающих" устройств.

3.10. Проникновение УФ-лучей в воду сопровождается их поглощением как самой водой, так и веществами, находящимися в воде в растворенном или взвешенном состоянии.

3.11. Поглощающая способность воды характеризуется коэффициентом поглощения, цифровое выражение которого указывает долю бактерицидного излучения, поглощенного слоем воды толщиной 1 см.

3.11.1. Коэффициенты поглощения природной воды поверхностных источников водоснабжения колеблются в пределах от 0,2 до 0,6.

3.11.2. Коэффициенты поглощения питьевой воды, полученной из подземных источников водоснабжения, имеют значения 0,05-0,2; из поверхностных источников - 0,15-0,3.

3.12. С учетом эксплуатационной и экономической целесообразности УФ-обеззараживание может быть использовано для обработки воды с цветностью до 50°, мутностью до 30 мг/л и содержанием железа до 5,0 мг/л.

3.13. Влияние минерального состава воды на степень бактерицидного облучения проявляется, кроме того, в образовании осадка на поверхности кварцевых чехлов УФ-ламп.

3.14. Различные виды микроорганизмов при одинаковых условиях облучения имеют различную степень чувствительности к УФ-излучению. Величины доз облучения, необходимых для инактивации 99,9% отдельных видов микроорганизмов в лабораторных условиях, приведены в [приложении 2](#).

3.15. При УФ-обеззараживании воды не существует проблемы передозировки. Повышение дозы УФ-излучения не приводит к гигиенически значимым неблагоприятным изменениям свойств воды и образованию побочных продуктов. Доза УФ-облучения может быть увеличена до значений, обеспечивающих эпидемиологическую безопасность воды как по бактериям, так и по вирусам.

3.16. УФ-обеззараживание не требует длительного контакта УФ-лучей с водой. Бактерицидный эффект проявляется в течение времени прохождения воды через камеру обеззараживания УФ-установок.

#### **4. Санитарный надзор в области питьевого водоснабжения при использовании УФ-метода обработки воды на стадии проектирования**

4.1. УФ-излучение в технологии получения питьевой воды может быть использовано на этапе:

- предварительного обеззараживания воды;
- заключительного обеззараживания питьевой воды.

4.2. На этапе предварительного обеззараживания воды УФ-излучение используется как метод, альтернативный первичному хлорированию при соответствии качества воды источника водоснабжения требованиям [п.3.12](#). Это снижает риск образования в воде тригалометанов (ТГМ), обеспечивает необходимую степень снижения микробного загрязнения воды и удовлетворительное санитарное состояние очистных сооружений.

4.2.1. Технологическая схема водоподготовки с использованием УФ-излучения на этапе предварительного обеззараживания для каждого конкретного источника водоснабжения устанавливается на основе технологических исследований или опыта работы сооружений в аналогичных условиях, в соответствии с [приложением N 1 ГОСТ 2761-84](#).

4.2.2. Требуемая степень первичного обеззараживания воды определяется технологическим регламентом.

4.2.3. При первичном обеззараживании воды возможна комбинация методов хлорирования и УФ-облучения. При этом доза хлора может быть сокращена на 15-100% при условии обеспечения технологической эффективности последующих этапов водоподготовки (коагуляция, отстаивание, фильтрование и т.д.).

4.3. На этапе заключительного обеззараживания воды УФ-излучение используется как самостоятельный метод, так и в сочетании с реагентными методами обеззараживания.

4.3.1. Выбор схемы обеззараживания определяется на основе анализа условий водоснабжения (цветность воды, содержание органических веществ, техническое состояние распределительной сети и т.д.).

При оценке санитарной надежности распределительной сети рекомендуется использовать "Методические указания по эпидемиологической оценке санитарно-гигиенических условий в целях профилактики кишечных инфекций" (N 28-6/20 от 6.06.86) и методические рекомендации "Комплексная оценка хозяйственно-питьевого водопользования в городах с выраженным санитарно-эпидемиологическим неблагополучием" (утв. ГК СЭН N 01-19/33-17 от 17.03.96).

4.3.2. Для эффективного заключительного обеззараживания питьевой воды до требований СанПиН 2.1.4.559-96 "Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества" УФ-установки должны обеспечить дозу облучения не менее 16 мДж/см<sup>2</sup> для всего объема воды, прошедшего через УФ-установку.

4.3.3. Совместное применение УФ-излучения и хлора повышает санитарную надежность обеззараживания в отношении вирусов.

4.4. Согласование технологии водоподготовки с использованием УФ-излучения проводится территориальными ЦГСЭН на основе анализа следующих документов (материалов):

- обоснования выбора типа УФ-установки с учетом максимального расхода обрабатываемой воды, максимального коэффициента поглощения УФ-излучения водой и уровня бактериального загрязнения воды;
- результатов опытно-технологических испытаний УФ-технологии (на этапе предварительного обеззараживания);
- паспорта на УФ-установку;
- гигиенического сертификата и сертификата соответствия.

4.5. В паспорте установок УФ-обеззараживания должны быть указаны следующие параметры:

- эффективная доза облучения и ее зависимость от расхода воды;
- максимальный коэффициент поглощения воды, при котором обеспечивается эффективная доза;
- максимальный и минимальный расходы воды;
- размеры камеры обеззараживания;
- ресурс УФ-ламп.

4.6. Соответствие эффективной дозы указанному в паспорте значению подтверждается гигиеническим сертификатом и сертификатом соответствия Госстандарта РФ.

4.7. Обеспеченность контроля за надежностью УФ-установок оценивается по наличию:

- датчиков измерения интенсивности УФ-излучения в камере обеззараживания;
- системы автоматики, гарантирующей звуковой и световой сигналы при снижении минимальной заданной дозы;
- счетчиков времени работы ламп и индикаторов их исправности;
- системы механической или химической очистки кварцевых чехлов, позволяющей производить процесс очистки без разборки и демонтажа установки;
- крана для отбора проб воды на бактериологический анализ.

4.8. Защита от возможного неблагоприятного воздействия УФ-излучения на обслуживающий персонал должна быть обеспечена конструкцией УФ-установок, гарантирующей отсутствие выхода УФ-излучения за пределы камеры обеззараживания.

4.9. Для химической очистки кварцевых чехлов могут быть использованы средства, разрешенные госсанэпиднадзором для удаления отложений солей.

4.10. Камеры обеззараживания УФ-установок должны быть изготовлены из материалов, указанных в "Перечне материалов, реагентов и малогабаритных очистных устройств, разрешенных ГКСЭН для применения в практике хозяйственно-питьевого водоснабжения" (N 01-19/32-11 от 23.10.92), или имеющих гигиенический сертификат.

4.11. Проектом должно быть предусмотрено наличие специального места для хранения УФ-ламп.

## **5. Санитарный надзор за эксплуатацией УФ-установок в системах централизованного питьевого водоснабжения**

5.1. Санитарный надзор в процессе эксплуатации УФ-установок питьевой воды проводится за:

- соблюдением режима дезинфекции установок и подводящих трубопроводов при вводе в эксплуатацию новых УФ-установок или после их ремонта;  
- эффективностью обеззараживания питьевой воды;  
- соблюдением системы и правил технологического контроля в процессе эксплуатации УФ-установок;

- полнотой и своевременностью проведения регламентных работ; соблюдением мероприятий по обеспечению безопасности труда персонала, обслуживающего УФ-установки.

5.2. Организация и проведение государственного санитарно-эпидемиологического надзора за эксплуатацией УФ-установок осуществляется в плановом порядке и по санитарно-эпидемиологическим показателям.

5.3. Перед вводом УФ-установок в эксплуатацию, а также после длительного перерыва в их работе необходимо провести обработку камеры обеззараживания и подводящих трубопроводов водой с содержанием активного хлора не менее 75 мг/л при контакте 5-6 ч.

Примечание: для обработки элементов УФ-установок допускается применение других (помимо хлора) дезинфицирующих средств, имеющих гигиенический сертификат.

5.4. Эффективность работы УФ-установок подтверждается результатами бактериологического анализа проб воды после облучения, по показателям таблицы 1 СанПиН 2.1.2.559-96.

5.5. Система технологического контроля за процессом эксплуатации УФ-установок должна включать контроль:

- дозы УФ-облучения;
- ресурса с учетом времени наработки УФ-ламп;
- исправности УФ-ламп;
- содержания озона в воздушной среде.

5.6. Контроль за дозой облучения производится путем учета интенсивности бактерицидного излучения в камере обеззараживания, времени пребывания воды в ней и рассчитывается по формуле:

$$D = E \times t, \text{ где} \quad (1)$$

D - доза облучения, мДж/см<sup>2</sup>;

E - минимальная интенсивность бактерицидного излучения, мВт/см<sup>2</sup>;

t - среднее время пребывания воды в камере обеззараживания, с.

5.6.1. Интенсивность бактерицидного излучения измеряется при помощи специальных датчиков-приемников излучения, селективно измеряющих бактерицидное излучение с длиной волны 220-280 нм.

5.6.2. Среднее время пребывания воды в камере обеззараживания рассчитывается по формуле:

$$t = \frac{S \times L}{278 \times Q}, \text{ где} \quad (2)$$

t - среднее время пребывания воды в камере обеззараживания, с;

S - поперечное сечение камеры обеззараживания, см;

L - длина камеры обеззараживания, см;

Q - расход воды, м<sup>3</sup>/ч;

278 - коэффициент пересчета размерности единиц.

5.6.3. Расход воды, проходящей через УФ-установку, контролируется расходомерами.

5.6.4. Размеры камеры обеззараживания (длина и поперечное сечение) указываются производителем в паспорте.

5.7. Контроль ресурса ламп производится по показаниям счетчика времени наработки УФ-ламп.

5.8. Контроль исправности УФ-ламп проводится по индикатору исправность ламп.

5.9. Контроль за концентрацией озона в воздушной среде проводится в соответствии с "Методическими указаниями по фотометрическому определению озона в воздухе" N 1639-77.

5.10. Регламентные работы должны проводиться в соответствии с инструкциями по эксплуатации для конкретного типа УФ-установок и в обязательном порядке должны включать в себя периодическую очистку кварцевых чехлов и своевременную замену УФ-ламп после выработки своего ресурса или при их неисправности.

5.10.1. Очистка кварцевых чехлов УФ-ламп должна проводиться на основании показаний

датчиков-приемников интенсивности бактерицидного излучения.

5.10.2. Проведение регламентных работ, регистрация неисправностей, включая замену ламп, должны фиксироваться в журнале эксплуатации УФ-установок.

5.11. При контроле безопасности труда обслуживающего персонала необходимо проверить:

- журнал учета индивидуального инструктажа по технике безопасности лиц, работающих с УФ-оборудованием;

- соблюдение требований "Правил технической эксплуатации и техники безопасности электроустановок потребителей" (от 21.12.84) и правил безопасности, указанных в паспорте или других документах на применяемый тип УФ-установок;

- правильность хранения вышедших из строя УФ-ламп;

- журнал регистрации результатов определения концентраций озона в воздухе помещений, где расположены УФ-установки; концентрация должна соответствовать гигиеническому нормативу озона в воздухе рабочей зоны;

- наличие аптечки;

- концентрацию озона в воздухе рабочих помещений.

5.11.1. УФ-лампы должны храниться запечатанными в специально отведенном месте.

Утилизация ламп должна проводиться в соответствии с требованиями "Указаний по эксплуатации установок наружного освещения городов, поселков и сельских населенных пунктов", утвержденных приказом Минжилкомхоза РСФСР от 12.05.88 N 120.

5.11.2. При применении УФ-ламп, конструкция которых не исключает выход УФ-лучей с длиной волны менее 200 нм ("озонообразующая область ультрафиолета"), концентрация озона в воздухе помещений не должна превышать допустимую - 0,03 мг/м<sup>3</sup>.

5.11.3. В случае попадания промывочного раствора (при химической очистке кварцевых чехлов) на кожную поверхность, необходимо промыть ее теплой водой с мылом, а глаза - 2%-ным раствором борной кислоты или 0,9%-ным раствором бикарбоната натрия (питьевой соды).

Главный  
Государственный  
санитарный  
врач РФ

Г.Г.Онищенко

Приложение 1

### Перечень терминов, понятий и единиц измерения

NN п/п	Термин	Понятие или определение	Единицы измерения
1	2	3	4
1.	Ультрафиолетовое излучение	Электромагнитное излучение с длиной волны 10-400 нм	нм
2.	Бактерицидное излучение	Электромагнитное излучение УФ-диапазона с длиной волны 205-315 нм	нм
3.	Биоцидное действие излучения	Гибель микроорганизмов под воздействием бактерицидного излучения	-
4.	Источник УФ-излучения (бактерицидная лампа)	Искусственный источник световой энергии, в спектре которого имеется бактерицидное излучение	-
5.	Мощность источника УФ-излучения	Суммарная световая энергия, излучаемая источником в УФ-диапазоне в единицу времени	Вт

6.	Интенсивность излучения	Отношение потока излучения к площади поверхности	мВт/см <sup>2</sup>
7.	Время бактерицидного облучения	Время, в течение которого происходит бактерицидное облучение	с
8.	Доза УФ-облучения	Мера бактерицидной энергии	мДж/см <sup>2</sup>
9.	Суббактерицидная доза	Мера бактерицидной энергии, не вызывающая гибели микроорганизмов	мДж/см <sup>2</sup>
10.	Бактерицидная доза	Мера бактерицидной энергии, вызывающая гибель микроорганизмов	мДж/см <sup>2</sup>
11.	Бактерицидный эффект	Количественная оценка действия бактерицидного излучения (отношение числа погибших микроорганизмов к их начальному количеству)	%
12.	Коэффициент полезного действия УФ-излучения	Отношение бактерицидного потока облучателя к бактерицидному потоку УФ-ламп	-
13.	УФ-установка	Устройство для обеззараживания воды бактерицидным излучением	-
14.	Камера обеззараживания	Основной элемент УФ-установки, в котором происходит процесс обеззараживания воды	-
15.	Расход воды	Объем воды, протекающей через камеру в единицу времени м <sup>3</sup> /с	-
16.	Отражатель УФ-ламп	Специальное покрытие (устройство), увеличивающее поток излучения в заданном направлении	-
17.	Кварцевый чехол	Устройство, препятствующее прямому доступу воды к бактерицидной лампе; стабилизирующее ее тепловой режим	-
18.	Коэффициент поглощения	Отношение потока УФ-излучения, поглощенного слоем воды толщиной 1 см, к падающему потоку УФ излучения	-
19.	Ресурс УФ-ламп	Определенная паспортом продолжительность работы ламп до их замены	ч
20.	Время наработки УФ-ламп	Время, в течение которого УФ-лампы находились в рабочем состоянии	ч

21.	Датчик-приемник УФ-излучения	Устройство, измеряющее интенсивность УФ-излучения в камере обеззараживания	-
-----	------------------------------	--	---

**Приложение 2  
(справочное)**

**Доза ультрафиолетового облучения (мДж/см<sup>2</sup>), необходимая для инактивации различных видов микроорганизмов**

NN п/п	Вид микроорганизмов	Доза облучения, необходимая для инактивации
		99,9%
1	Shigella flexneri	5,2
2	Salmonella typhi	7,5
3	Shigella dysenteriae	8,8
4	Proteus vulgaris	7,8
5	Staphylococcus aureus	7,8
6	Escherichia coli	6,0
7	Virus poliomyelitis	6,0
8	Salmonella paratyphi	6,1
9	Vibrio cholerae	6,5
10	Orthomyxoviridae (вирусы гриппа)	6,6
11	Salmonella enteritidis	7,6
12	Mycobacterium tuberculosis	10,0
13	Pseudomonas aeruginosa	10,5
14	Virus hepatitis A	11,0

**Список литературы**

1. СанПиН 2.1.4.559-96 "Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества".
2. ГОСТ 2761-84 "Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Гигиенические, технические требования и правила выбора".
3. МУК 4.2.671-97 "Методы санитарно-микробиологического анализа питьевой воды".

*С 1 июля 2001 вместо МУК 4.2.671-97 "Методы санитарно-микробиологического анализа питьевой воды" введены МУК 4.2.1018-01 "Санитарно-микробиологический анализ питьевой воды", утвержденные Главным государственным санитарным врачом РФ 9 февраля 2001 г.*

4. МУК 4.2.668-97 "Санитарно-паразитологические исследования воды".



5. Методические указания по эпидемиологической оценке санитарно-гигиенических условий в целях профилактики кишечных инфекций (N 28-6/20). - М., 1986.
6. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей и правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. - М.: Энергоатомиздат, 1986.
7. Соколов В.Ф. Обеззараживание воды бактерицидными лучами. - М., 1961.
8. Потапченко Н.Г., Славук О.С. Использование УФ-излучения в практике обеззараживания воды //Химия и технология воды.- 1989.- Т.13.N 12. - С.1117-1129.
9. Руководство N Р.3.1.683-98 "Использование ультрафиолетового бактерицидного излучения для обеззараживания воздуха и поверхностей в помещениях".

*Взамен вышеназванного Руководства действует Руководство Р 3.5.1904-04 "Использование ультрафиолетового бактерицидного излучения для обеззараживания воздуха в помещениях", утвержденное Главным государственным санитарным врачом РФ 4 марта 2004 г.*

10. Методические указания по фотометрическому определению озона в воздухе N 1639-77.
11. UV Usage and government regulation. What you need to know. J.Water Conditioning Purification. june.-1997.- P. 38-42.