

2.1.5. ВОДООТВЕДЕНИЕ НАСЕЛЕННЫХ МЕСТ,  
САНИТАРНАЯ ОХРАНА ВОДОЕМОВ

**Санитарно-эпидемиологический надзор за обеззараживанием  
сточных вод ультрафиолетовым излучением**

**Методические указания  
МУ 2.1.5.732-99**

*Дата введения: 11 мая 1999 г.*

1. Разработаны авторским коллективом в составе: д. м. н. Богданов М.В.; д. м.н. Королев А.А. (Московская медицинская академия им. Сеченова И.М.), д. м. н. Новиков Ю.В.; д. м. н. Тулакин А.В.; к. б. н. Цыплакова Г.В.; к. м. н. Амплеева Г.П.; к. б. н. Ехина Р.С.; к. б. н. Тюленева И.С.; к. б. н. Семенова О.Г.; д. м. н. Трухина Г.М.; к. м. н. Моисеенко Н.Н. (Московский НИИ гигиены им. Эрисмана Ф.Ф. МЗ РФ), д. м. н. Жолдакова З.И.; к. м. н. Недачин А.Е., к. м. н. Зайцев Н.А., Полякова Е.Е. (НИИ экологии человека и гигиены окружающей среды им. А.Н. Сысина РАМН), к. ф-м. н. Костюченко С.В.; Якименко А.В., к.ф-м.н. Васильев С.А. (Научно-производственное объединение "ЛИТ").

2. Утверждены Первым заместителем министра здравоохранения - Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 11 марта 1999 года.

3. Введены впервые.

Минздрав России  
Москва-1999

**1. Область применения**

1.1. Настоящие указания устанавливают основные гигиенические требования к организации обеззараживания сточных вод УФ-излучением.

Методические указания распространяются на все случаи использования УФ-излучения для обеззараживания бытовых, городских и поверхностных сточных вод в существующих, проектируемых и реконструируемых системах водоотведения населенных мест.

1.2. Методические указания конкретизируют ряд положений основополагающих документов водно-санитарного законодательства в части гигиенических требований к качеству обрабатываемых сточных вод, величине дозы УФ-облучения, к УФ-установкам и условиям труда персонала, обслуживающего оборудование.

1.3. Методическими указаниями необходимо руководствоваться при проведении санитарного надзора за проектированием, реконструкцией и эксплуатацией УФ-установок обеззараживания сточных вод, а также при осуществлении производственного лабораторного контроля.

1.4. Методические указания предназначены для органов государственной исполнительной власти и местного самоуправления, предприятий, организаций, учреждений, специалистов, деятельность которых связана с проектированием, строительством, реконструкцией и эксплуатацией объектов, с применением УФ-установок обеззараживания сточных вод, а также осуществлением государственного санитарно-эпидемиологического надзора.

## 2. Нормативные ссылки

2.1. Закон Российской Федерации “О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения”.

2.2. Положение о Государственной санитарно-эпидемиологической службе Российской Федерации, утвержденное постановлением Правительства Российской Федерации от 30 июня 1998 года № 680.

2.3. Положение о государственном санитарно-эпидемиологическом нормировании, утвержденное постановлением Правительства Российской Федерации от 5 июня 1994 г. № 625 с изменениями и дополнениями, внесенными постановлением Правительства Российской Федерации от 30 июня 1998 г. № 680.

2.4. Порядок разработки, экспертизы, утверждения, издания и распространения нормативных и методических документов системы государственного санитарно-эпидемиологического нормирования, Р 1.1.001-1.1.005-96.

## 3. Основные положения

3.1. В биологически активной области спектра (205-315 нм) ультрафиолетовое излучение обладает выраженным биоцидным действием в отношении различных микроорганизмов, включая бактерии, вирусы и грибы. Максимум бактерицидного действия приходится на область 250-270 нм.

3.2. Ультрафиолетовое излучение в дозах, обеспечивающих биоцидное действие, так же, как хлорирование и озонирование, не гарантирует эпидемическую безопасность воды в отношении возбудителей паразитологических болезней.

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

3.4. Степень инактивации микроорганизмов под действием УФ-излучения пропорциональна интенсивности излучения ( $\text{мВт/см}^2$ ) и времени облучения (с). Произведение интенсивности излучения на время называется дозой облучения ( $\text{мДж/см}^2$ ) и является мерой бактерицидной энергии, сообщенной микроорганизмам.

3.5. Санитарно-технологическими характеристиками процесса обеззараживания сточных вод являются:

- незначительное время контакта УФ-лучей со сточными водами - бактерицидный эффект обеспечивается за время прохождения воды через камеру обеззараживания УФ-установок (с);
- бактерицидный эффект, как правило, не сопровождается образованием опасных, в т.ч. канцерогенных продуктов трансформации химических соединений в воде, что исключает опасность передозировки;
- при воздействии УФ-излучения на сточные воды, содержащие органические соединения, обычно не происходит эмиссии в воздух летучих токсичных веществ;
- отсутствие необходимости обезвреживания сточных вод;
- отсутствие пролонгированного биоцидного эффекта, который мог бы оказать вредное действие на водную биоту;
- отсутствие необходимости в хранении опасных материалов, реагентов.

3.6. Основными факторами, влияющими на эффективность обеззараживания сточных вод УФ-излучением, являются:

- чувствительность различных микроорганизмов к действию УФ-излучения;
- мощность источников УФ-излучения;
- степень поглощения УФ-излучения сточной водой;
- состав сточных вод, подаваемых на УФ-установку.

3.7. Различные виды микроорганизмов при одинаковых условиях облучения различаются по степени чувствительности к УФ-излучению. Величины доз облучения, необходимых для инактивации 99,9% отдельных видов микроорганизмов в лабораторных условиях, приведены в приложении 1.

3.8. В качестве источников УФ-излучения для обеззараживания сточных вод используются газоразрядные лампы, имеющие в спектре своего излучения диапазон длин волн 205-315 нм. Существуют конструкции ламп, в спектре излучения которых содержится излучение в длине волны менее 200 нм. В процессе работы последних в воздушной среде образуется озон.

3.8.1. В установках обеззараживания сточных вод применяются лампы низкого и высокого давления, заполненные смесью паров ртути и инертных газов.

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 до 15000 ч.

3.8.3. Лампы высокого давления обладают широким спектром излучения, имеют мощность 50-10000 Вт при рабочей температуре 600-800°C, но характеризуются, по сравнению с лампами высокого давления, более низким коэффициентом полезного действия в бактерицидном диапазоне (5-10% от потребляемой электрической энергии).

3.8.4. Источники УФ-излучения применяются с отражателями и с защитными кварцевыми чехлами.

3.8.5. УФ-лампы с отражателями используются в установках с не погруженными источниками излучения. В таких установках отсутствует непосредственный контакт ламп со сточными водами, т.к. они располагаются над поверхностью стоков.

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

3.8.7. Для обеззараживания сточных вод чаще применяются установки с погруженными источниками, обеспечивающие более высокую эффективность использования УФ-излучения ламп.

3.9. Проникновение УФ-лучей в сточную воду сопровождается их поглощением как самой водой, так и веществами, находящимися в воде в растворенном или взвешенном состоянии. Коэффициенты поглощения в сточной воде колеблются в пределах от 0,2 до 0,6.

3.10. 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.

#### 4. Гигиенические критерии использования УФ-излучения для обеззараживания сточных вод

4.1. С учетом гигиенической надежности, эксплуатационной и экономической целесообразности УФ-излучение должно применяться только для обеззараживания сточных вод, прошедших полную биологическую очистку или доочистку.

4.2. Необходимая степень и надежность обеззараживания очищенных сточных вод достигается при соответствии их качества требованиям, представленным в табл. 1.

Таблица 1

#### Критерии качества сточных вод, поступающих на обеззараживание УФ-излучением

№№	Показатели	Допустимые уровни (не более)
1	Взвешенные вещества, мг/л	10
2	БПК <sub>5</sub> мгО <sub>2</sub> /л	10
3	ХПК мгО/л	50
4	Число термотолерантных колиформных бактерий в 1 л	5 · 10 <sup>6</sup>
5	Колифаги БОЕ/л	5 · 10 <sup>4</sup>

4.3. Для очистки и доочистки сточных вод могут быть использованы любые методы, позволяющие получить воду с качеством, отвечающим указанным выше требованиям.

4.4. При превышении допустимых уровней хотя бы по одному из показателей требуется проведение дополнительных исследований по возможности обеспечения эффективного обеззараживания УФ-облучением и определению эффективной дозы облучения для конкретных сооружений.

4.5. Доза УФ-облучения определяется характером и качеством очистки сточных вод, но она должна быть не менее 30 мДж/см<sup>2</sup>.

4.6. Обязательным условием при отведении в водоемы или повторном использовании сточных вод, прошедших обеззараживание УФ-излучением, является соответствие их качества следующим требованиям:

- число термотолерантных колиформ не более 1000 в 1 л;
- колифаги не более 1000 БОЕ/л (по фагу MS2).

## 5. Производственный лабораторный контроль

5.1. Производственный лабораторный контроль выполняется силами санитарных лабораторий предприятий и учреждений, в ведении которых находятся сооружения по очистке сточных вод, или по договорам с другими лабораториями, аккредитованными в установленном порядке, при методическом руководстве учреждений государственной санитарно-эпидемиологической службы.

5.2. В процессе эксплуатации УФ-установок контроль проводится за:

- эффективностью обеззараживания сточных вод;
- качеством сточной воды, поступающей на УФ-установки;
- соблюдением системы и правил технологического контроля в процессе эксплуатации УФ-установок;
- полнотой и своевременностью регламентных работ;
- соблюдением режима дезинфекции УФ-установок и подводящих трубопроводов при вводе в эксплуатацию новых УФ-установок или после их ремонта;
- соблюдением мероприятий по обеспечению безопасности труда персонала, обслуживающего УФ-установки.

5.3. Эффективность работы УФ-установок подтверждается результатами микробиологического анализа проб сточной воды после облучения, по показателям, приведенным в п. 4.6.

5.3.1. Микробиологические анализы проводятся по плану, согласованному с территориальными органами государственного санитарно-эпидемиологического надзора.

5.3.2. О всех случаях превышения в обеззараженных УФ-излучением сточных водах числа индикаторных микроорганизмов более 1000 в 1 л санитарные лаборатории предприятий и учреждений, в ведении которых находятся сооружения по очистке сточных вод, незамедлительно сообщают санитарно-эпидемиологической службе на территории.

5.4. Система технологического контроля за процессом эксплуатации УФ-установок должна включать контроль дозы УФ-облучения с учетом максимального расхода сточных вод, ресурса с учетом времени наработки УФ-ламп, исправности УФ-ламп, в случае применения ламп с озonoобразующим излучением - за содержанием озона в воздухе рабочей зоны производственных помещений.

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

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

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.

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

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

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

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.

5.5.3. Расход сточной воды, проходящей через УФ-установку, контролируется соответствующими устройствами.

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

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

5.7. Контроль исправности УФ-ламп проводится по индикатору исправности ламп.

5.8. Контроль за концентрацией озона в воздухе рабочей зоны производственных помещений проводится в соответствии с утвержденными методическими указаниями по фотометрическому определению озона в воздухе.

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

5.9.1. Очистка кварцевых чехлов УФ-ламп должна проводиться на основании показаний датчиков-приемников интенсивности бактерицидного излучения.

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

5.10. 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).

## **6. Организация государственного санитарно-эпидемиологического надзора**

6.1. Государственный санитарно-эпидемиологический надзор за УФ-установками осуществляется в соответствии с действующим санитарным законодательством.

6.2. Выбор технологических процессов и оборудования для обеззараживания сточных вод должен быть согласован с органами и учреждениями государственной санитарно-эпидемиологической службы.

6.2.1. Согласование технологии обеззараживания сточных вод с использованием УФ-излучения проводится территориальными центрами государственного санитарно-эпидемиологического надзора на основе анализа следующих документов (материалов):

- обоснования выбора типа УФ-установки с учетом дозы, максимального расхода обрабатываемой сточной воды, максимального коэффициента поглощения УФ-излучения водой и уровня бактериального загрязнения воды;

- результатов оценки эффективности и безопасности по данным полупромышленных испытаний;

- паспорта на УФ-установку;

- гигиенического заключения и сертификата соответствия.

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

- эффективная доза и ее зависимость от расхода стоков;

- максимальный коэффициент поглощения сточной воды, при котором обеспечивается эффективная доза;

- максимальный и минимальный расходы сточной воды;

- размеры камеры обеззараживания;

- ресурс УФ-ламп.

6.3. Обеспеченность контроля за надежностью обеззараживания сточных вод с помощью УФ-установок оценивается по наличию:

- резервных установок для обеззараживания сточных вод на период регламентных работ или аварийных ситуаций;

- датчиков измерения интенсивности УФ-излучения в камере обеззараживания;

- системы автоматики, гарантирующей звуковой и световой сигналы при снижении минимальной заданной дозы УФ-облучения;

- счетчиков времени наработки 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.

6.4. 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.

6.5. В процессе государственного санитарно-эпидемиологического надзора осуществляется контроль за:

- эффективностью обеззараживания сточных вод;
- организацией и результатами производственного контроля;
- соблюдением гигиенических требований к условиям труда обслуживающего персонала.

6.6. Оценка организации и результатов производственного лабораторного контроля проводится по журналам эксплуатации УФ-установок, соблюдению графика отбора проб воды.

6.7. При контроле за безопасностью труда обслуживающего персонала проверяется:

- ведение журнала учета индивидуального инструктажа по технике безопасности и производственной санитарии лиц, работающих с УФ-оборудованием;
- соблюдение требований правил безопасности, указанных в паспорте или других документах на применяемый тип УФ-установок;
- правильность хранения и обеспечения утилизации вышедших из строя УФ-ламп;
- ведение журнала по результатам определения концентраций озона в воздухе рабочей зоны помещений, где расположены УФ-установки;
- наличие аптечки скорой помощи;
- правильность прохождения предварительных и периодических медицинских осмотров работающих.

6.8. УФ-лампы должны храниться запакованными 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 № 120.

6.9. При применении УФ-ламп, конструкция которых не исключает выход УФ-лучей с длиной волны менее 200 нм (“озонообразующая область ультрафиолета”), концентрация озона в воздухе рабочей зоны помещений, где расположены УФ-установки, не должна превышать допустимую - 0,3 мг/м<sup>3</sup>.

6.10. Для химической очистки кварцевых чехлов могут быть использованы только средства, разрешенные госсанэпиднадзором.

6.11. Государственный санитарно-эпидемиологический надзор за УФ-установками, предназначенными для обеззараживания сточных вод, осуществляется в сроки, установленные территориальными органами государственной санитарно-эпидемиологической службы, но не реже одного раза в квартал.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СанПиН охраны поверхностных вод от загрязнения № 4630-88.
2. МУК 4.2.671-97 “Методы санитарно-микробиологического анализа питьевой воды”.
3. МУК 4.2.668-97 “Санитарно-паразитологическое исследование воды”.
4. Методические указания по эпидемиологической оценке санитарно-гигиенических условий в целях профилактики кишечных инфекций (№ 28-6/20). М., 1986.
5. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей и правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. М., Энергоатомиздат, 1986.
6. Соколов В.Ф. Обеззараживание воды бактерицидными лучами. М., 1961.
7. Потапченко Н.Г., Славук О.С. Использование УФ-излучения в практике обеззараживания воды //Химия и технология воды.-1989.-Т.13.-№ 12.-С. 1117-1129.
8. применение бактерицидных ламп для обеззараживания воздуха и поверхностей в помещениях: Методические указания; Утв. МЗ и МП РФ, Приказ № 11-16/03-06 от 28.02.95.
9. Методические указания по фотометрическому определению озона в воздухе № 1639-77.
10. UV Usage and government regulation. What you need to know// J. Water Conditioning Purification. June.-1997.-P/38-42.
11. “Унифицированные методы анализа вод” /Под ред. Ю.Ю. Лурье.-М.: Химия, 1091.

**Сравнительная чувствительность различных видов микроорганизмов к ультрафиолетовому облучению**

№№ п/п	Вид микроорганизмов	Доза облучения, необходимая для инактивации, (мДж/см <sup>2</sup> )
		99,9 %
1	Shigella flexneri	5,2
2	Shigella dysenteriae	8,8
3	Salmonella paratyphi	6,1
4	Salmonella typhi	7,5
5	Proteus vulgaris	7,8
6	Stahylococcus aureus	7,8
7	Escherichia coli	6,0
8	Virus poliomyelitis	6,0
9	Vibrio cholerae	6,5
10	Salmonella enteritidis	7,6
11	Mycobacterium tuberculosis	10,0
12	Pseudomonas aeruginosa	10,5
13	Virus hepatitis A	11,0

Приложение 2  
(справочное)

**Перечень терминов, понятий и единиц измерения**

№№ 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	Воздействие бактерицидного излучения, приводящее к гибели микроорганизмов	-
4	Источник УФ-излучения (бактерицидная лампа, УФ-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, сообщенной микроорганизму	мДж/см <sup>2</sup>
9	Бактерицидный эффект	Количественная оценка действия бактерицидного излучения (отношение числа погибших микроорганизмов к их начальному количеству)	%
10	УФ-установка	Устройство для обеззараживания воды бактерицидным излучением	-
11	Камера обеззараживания	Основной элемент УФ-установки, в котором происходит процесс обеззараживания воды	-
12	Расход воды	Объем воды, протекающей через камеру в единицу времени	м <sup>3</sup> /час
13	Отражатель УФ-ламп	Специальное покрытие (устройство), увеличивающее поток излучения в заданном направлении	-

14	Кварцевый чехол	Устройство, препятствующее прямому доступу воды к бактерицидной лампе и стабилизирующее ее тепловой режим	-
15	Коэффициент поглощения	Отношение потока УФ-излучения, поглощенного слоем воды толщиной 1 см к падающему потоку УФ-излучения	-
16	Ресурс УФ-ламп	Определенная паспортом продолжительность работы ламп до их замены	ч
17	Время наработки УФ-ламп	Время, в течение которого УФ-лампы находились в рабочем состоянии	ч
18	Датчик-приемник УФ-излучения	Устройство, измеряющее интенсивность УФ-излучения в камере обеззараживания	-