

Как проверяют эффективность ультрафиолетового обеззараживания: нормативы, сертификация и контроль работы УФ-оборудования

Что регулируют нормативные документы по УФ-обеззараживанию и где они применяются?

Нормативная база нужна для того, чтобы единообразно описывать характеристики УФ-метода, его требования и условия применения — от воды и воздуха до поверхностей и упаковочной тары. Такие документы существуют в России, США, Канаде, Европе, Китае и ряде других стран. Их цель — задать проверяемые критерии эффективности, безопасности и эксплуатации, по которым можно проектировать оборудование, проводить сертификацию и поддерживать стабильную работу систем на объектах.

Что заложено в австрийском подходе и почему он стал ориентиром?

Одним из знаковых примеров является австрийская практика: сначала издано руководство по обеззараживанию вод ультрафиолетом, а затем введено обязательное требование — сертификация оборудования на обеспечение УФ-дозы не менее 40 мДж/см². Контроль выполняется биодозиметрическим тестированием с применением оговорённых индикаторных микроорганизмов. Первая версия была адресована установкам на ртутных лампах низкого давления, позднее создан отдельный документ для реакторов на лампах среднего давления. Тем самым норматив закрепил ключевые элементы: целевая доза, метод подтверждения (биодозиметрия) и корректное учётное поле для разных типов источников излучения.

Какие документы используются в России для питьевой воды и сточных вод?

Для централизованного водоснабжения применяются документы, регламентирующие качество воды и контроль применения УФ-технологии. В перечень входят:

- **СанПиН 2.1.4.1074-01** («Питьевая вода. Гигиенические требования... Контроль качества»);
- **СНиП 2.04.02-84** («Водоснабжение. Наружные сети и сооружения», пп. 6.168–6.170);
- **МУ 2.1.4.719-98** (санитарный надзор за применением УФ-излучения при подготовке питьевой воды);
- **МУ 3.2.1757-03** (санитарно-паразитологическая оценка эффективности УФ-обеззараживания воды);
- **МУК 4.2.1018-01** (санитарно-микробиологический анализ питьевой воды);
- **МУК 4.3.2030-05** (санитарно-вирусологический контроль эффективности обеззараживания питьевых и сточных вод УФ-облучением).

Этот набор задаёт понятные точки контроля: санитарные требования к качеству, методики надзора и специальные инструкции для микробиологических и вирусологических испытаний.

Как понимается «сертифицированная эффективность» УФ-установки?

При разработке и проверке оборудования основным параметром служит УФ-доза, которую должен гарантированно получить объект обработки. В ряде стран на сертификационном этапе требуется представить теоретическое обоснование дозы (расчёт или моделирование) и выполнить измерения УФ-облучённости внутри реактора — причём значения должны быть не ниже требуемых в любой точке рабочей зоны. Однако окончательный и безусловный критерий правильной работы — биотестирование: сравнение микробиологического загрязнения до и после обработки на диапазоне расходов и при различном качестве воды. На практике испытания проводят с тестовыми микроорганизмами, чтобы подтвердить заявленную область рабочих параметров.

Чем различаются процедуры сертификации для воздуха и воды?

Для воздуха проверка оборудования проводится в специализированных лабораториях. Дополнительно для специального медицинского оборудования, используемого в отдельных категориях помещений, предусмотрена процедура с привлечением профильных институтов; в неё обязательно входит этап клинических испытаний.

Для воды испытания проходят как в лабораторных условиях, так и

непосредственно на месте эксплуатации. В требования включены параметры, по которым должно быть подтверждено соответствие заявленным режимам работы и диапазонам расходов.

Какую роль играет биодозиметрическое тестирование?

Биодозиметрия соединяет расчётную модель и реальный санитарный результат. Метод задаёт индикаторные микроорганизмы и протокол сравнения до/после обработки при фиксированных расходах и условиях. Важный смысл — валидация реальной эффективной дозы в конкретной гидродинамике и оптике реактора, а не только в пересчётах по источниковой облучённости. Такой подход позволяет объективно сравнивать реакторы разных конструкций и типов ламп, а также корректно задавать эксплуатационные границы.

Что подразумевается под подтверждением эксплуатационных параметров?

Сертификационные испытания должны подтвердить диапазон заявленных изготовителем параметров — от минимальной УФ-интенсивности в зоне обработки до рабочих расходов и качества воды, на которых сохраняется требуемая УФ-доза. Это касается как оборудования для воды, так и облучателей для воздуха: в обоих случаях итоговая цель — документально зафиксировать режимы, внутри которых установка обеспечивает необходимую степень обеззараживания.

Какие ориентиры встречаются в международной практике?

В международной практике заметен единый тренд: помимо расчётных методов, приоритет отдаётся испытаниям по результату, где задаётся нижний предел УФ-дозы и фиксируются условия её обеспечения. Для ряда европейских документов это — 40 мДж/см² с обязательным биодозиметрическим подтверждением. Смысл в том, чтобы исключить «формальную паспортную эффективность» и перейти к проверке в реальных режимах работы реактора.

Где искать вспомогательные нормативы и справочники для проектирования и эксплуатации?

Помимо собственно санитарных и методических документов по воде и воздуху используются и сопутствующие нормативы/руководства — например, документы по эксплуатационным условиям для помещений, а также отраслевые справочники по светотехнике, где приводятся базовые фотометрические определения и измерительные подходы. Эти источники служат опорой при составлении рабочих программ испытаний, выборе приборов и трактовке результатов измерений.

Как связать проект, сертификацию и эксплуатационный контроль в единую систему?

Рациональная схема выглядит так:

1. Проектирование с привязкой к нормативным требованиям (целевая УФ-доза, диапазон расходов, качество воды/воздуха, доступность контроля).
2. Сертификация с сочетанием расчётных обоснований, измерений облучённости и биотестирования в заданных режимах.
3. Эксплуатационный контроль по регламентам: мониторинг УФ-интенсивности, параметров среды и соблюдение границ, подтверждённых при сертификации.
Эта связка обеспечивает непрерывность: от проекта — к валидации — к поддержанию гарантированного санитарного эффекта.