

Почему измерение мощности УФ-излучения — это отдельная инженерная задача?

Даже у «простых» по конструкции бактерицидных источников задача измерения не сводится к одному щелчку прибором. Если габариты лампы невелики, оптимальным считается измерение в интегрирующей сфере — так получается достоверный полный световой поток. Но типичные бактерицидные лампы низкого давления — **трубчатые и длинные** (длина колбы порядка **1–2,5 м**). Для таких размеров требуются сферы очень большого диаметра, практически недоступные для массовых измерений, поэтому приходится переходить к альтернативным методам. Суть их одна: **точно измерить облучённость** в выбранной точке пространства и **по этой облучённости вычислить полный поток** излучения лампы.

Почему для ламп низкого давления измерения можно упростить?

УФ-спектр такой лампы сосредоточен на **одной линии**. Это позволяет работать с «солнечно-слепыми» датчиками, не чувствительными к видимому и ближнему УФ. Достаточно **откалибровать датчик на 254 нм** — и проводить измерения облучённости без монохроматоров или фильтров. Для снижения погрешности и влияния фонового излучения можно всё же применять дополнительную спектральную селекцию, но базовая схема остаётся простой: калиброванный датчик 254 нм + правильная геометрия.

В чём идея «геометрических» методик и что именно измеряем?

Поскольку лампа **трубчатая и близка к цилиндру**, её отдельные участки поверхности излучают равномерно. Это открывает путь к **обратной задаче**: измеряем облучённость в конкретной точке и, учитывая известную геометрию расположения лампы и датчика, вычисляем **полный световой поток**. Ключевые элементы метода — **стабильная геометрия** (линейные размеры и углы) и **аттестованный датчик 254 нм**. Тогда расчётная модель переводит локальную облучённость в итоговую мощность излучения источника.

Что такое «модель Кайтца» и когда её применяют?

Для длинных трубчатых ламп промышленность использует методики на **основе модели Кайтца**. В них задаётся **взаимное положение** лампы и детектора, после чего **полный световой поток** рассчитывается по формуле модели для выбранной геометрии. Ключ к воспроизводимости — строгое соблюдение расстояний и углов при установке и стабильность чувствительности датчика. Такой подход давно принят как рабочий стандарт для **трубчатых амальгамных ламп**.

Почему измерять издали не всегда хорошо и как с этим быть?

Интуитивно кажется: чем дальше датчик от лампы, тем «чище» измерение. Но с ростом расстояния **сигнал от лампы слабеет**, а **отражённый фоновый сигнал** (от стен, предметов) уменьшается не так заметно. Возникает парадокс: дальняя точка даёт **большую относительную погрешность**. Один из практических выходов — **модернизированная схема со щелью**, когда на датчик попадает излучение **не от всей длины лампы**, а от **узкого её сегмента**, «вырезанного» щелью. Это позволяет **существенно сократить минимальные расстояния** и площадь установки и при этом **уменьшить погрешность**. Дополнительный плюс — работой можно управлять в обычном помещении, а не в большой затемнённой комнате.

Какие ориентиры по расстояниям и условиям размещения использовать?

Для длинных ламп (свыше **2 м**) при классических схемах упоминается **рекомендуемое расстояние свыше 5 м** и даже **отдельное помещение** с поглощающими стенами. Но для реальной практики это сложно. Поэтому схема со щелью позволяет перейти к **компактной расстановке**: типовые размеры, встречающиеся в расчётной формуле, включают **длину лампы $L = 45\text{--}240$ см, расстояние лампа–датчик порядка 160 см, расстояние щель–фотоэлемент порядка 150 см, ширину щели порядка 3 см**. Эти величины задают удобный масштаб для лабораторной оснастки.

Как выглядит расчёт и что влияет на точность результата?

В расчётной части методики со щелью вводятся геометрические параметры (длина лампы, расстояния между элементами, ширина щели) и измеренная **облучённость I** на датчике; по ним вычисляют **мощность УФ-излучения**. На итоговую точность влияют:

- **калибровка УФ-датчика** (на 254 нм),
- **точность выдерживания геометрии** (все расстояния и взаимное

положение лампы, щели и датчика),
— **точность измерения фототока.**

При корректном выполнении процедуры **относительная погрешность порядка 8 %**, причём **основной вклад — калибровка датчика ≈ 7 %**.

Важно: если требуется не абсолют, а **разность/отношение мощностей** (например, при ресурсных испытаниях), вклад калибровки **выпадает**, и сравнение получается заметно точнее.

Когда интегрирующая сфера всё же предпочтительнее?

Если лампа **короткая** и её геометрия допускает установку в интегрирующую сферу разумного размера, такой метод даёт максимально простую трактовку результата: сфера усредняет пространственное распределение, а прибор читает **полный поток** непосредственно. Но для длинных трубчатых ламп (1–2,5 м) сферы подходящих размеров практически не применимы в серии, и потому выигрывают **геометрические методики** с измерением облучённости и дальнейшим пересчётом в мощность.

Как подготовить помещение и оснастку, чтобы не «ловить» фон?

Чем длиннее лампа и чем больше расстояние до датчика, тем заметнее влияние **переотражений**. Для классической расстановки рекомендуется **помещение с поглощающими стенами** (или экранирование отражающих поверхностей). Если это затруднительно, вариантов два: **увеличивать расстояния** (ценою падения сигнала) или **использовать схему со щелью**, которая позволяет **существенно сократить габариты установки** и одновременно уменьшить чувствительность к фону.

Почему для ламп низкого давления достаточно одной калибровки на 254 нм?

Потому что в рабочем УФ-диапазоне такая лампа **излучает одну доминирующую линию**. Спектральной «размазанности» нет, значит, **аттестация датчика на 254 нм** обеспечивает трассируемость результата. Это и есть причина, по которой **спектральные приборы** (монохроматоры, фильтры) превращаются из обязательных в **вспомогательные**: они полезны для контроля фона и уточнения, но **не требуются** для базовой процедуры, если датчик корректно откалиброван.

Краткий алгоритм практического измерения (для трубчатой амальгамной лампы)

1. **Подготовить датчик:** солнечно-слепой, **калиброван на 254 нм.**
2. **Выбрать схему:** комната с поглощающими стенами и большой базой расстояний **или** компактная **с щелью.**
3. **Выдержать геометрию:** зафиксировать длину активного участка лампы и все расстояния (лампа–датчик, щель–фотоэлемент, ширину щели).
4. **Провести измерение облучённости** и записать исходные величины.
5. **Рассчитать полный поток** по формуле выбранной модели (в т. ч. **модель Кайтца** для классической схемы или формулу для схемы со щелью).
6. **Оценить погрешность:** свести к минимуму вклад калибровки, геометрии и измерения фототока; при сравнительных тестах использовать **разности/отношения**, чтобы исключить вклад калибровки.