

# ПРИБОРЫ КОНТРОЛЯ ЧИСТЫХ ПОМЕЩЕНИЙ: НОВОЕ ПОКОЛЕНИЕ

В. И. Калечиц, управляющий директор группы компаний «Клирум Инструментс», г. Москва

Появление в последние годы на рынке новых моделей приборов для контроля параметров чистых производственных помещений позволяет с определенностью утверждать, что сейчас происходит постепенная смена поколений важнейших для технологии чистоты приборов – счетчиков частиц аэрозолей. Без сомнения, счетчик взвешенных в воздухе частиц (счетчик частиц аэрозолей) является основным прибором, используемым для контроля за чистотой воздуха в чистых помещениях и для их аттестации, для тестирования высокоэффективных воздушных фильтров, измерения времени восстановления чистого помещения, контроля их герметичности.

Впервые такие приборы были разработаны еще в 1949 г. История их совершенствования тесно переплетена с историей развития чистых помещений. Первые коммерческие образцы счетчиков частиц аэрозолей появились на рынке в 60-е годы прошлого века и представляли собой громоздкие лабораторные агрегаты, использовавшие в качестве источника света лампы накаливания. В силу особенностей конструкции и чисто физических причин они имели невысокую чувствительность (минимальный размер регистрируемых частиц) и точность.

Второе поколение счетчиков частиц обязано своим появлением в 70-е гг. XX века разработке и широкому распространению новых источников света, революционной новинке – лазерам. Газовые He-Ne лазеры заменили в счетчиках частиц лампы накаливания (хотя приборы с лампами накаливания продолжали выпускаться за рубежом до 80-х гг., а в России – даже до конца 90-х гг.), и метрологические характеристики приборов – прежде всего чувствительность – резко улучшились, а оптические схемы – упростились.

На это же время пришлось и бурное развитие нового направления в промышленности – технологии чистых производственных помещений. Стало ясно, что важнейший для чистого помещения параметр – счетную концентрацию в воздухе частиц определенных, четко указанных в стандартах, размеров проще, удобнее, а главное – достовернее всего контролировать именно оптическими (лазерными) счетчиками частиц аэрозолей (иногда в литературе применяются также термины «спектрометр размеров частиц», «счетчик отдельных частиц», но они менее употребительны). Использование счетчиков частиц для контроля параметров чистых помещений

было закреплено в комплексе стандартов ИСО 14644. Счетчики оказались востребованы в огромных масштабах. Появились десятки компаний, предлагающих большое разнообразие моделей. Тем не менее приборы оставались довольно громоздкими, и при проведении измерений в чистых помещениях их приходилось возить на специальных тележках.

Однако развитие конструкции приборов продолжалось, и третье поколение счетчиков частиц аэрозолей было представлено потребителям в конце 80-х – начале 90-х годов и было инициировано широким распространением полупроводниковых лазеров. Малогабаритные, но мощные источники когерентного излучения, не требующие значительного энергопотребления, позволили в разы уменьшить габариты приборов при сохранении всех достигнутых ранее метрологических характеристик.

С внедрением полупроводниковых лазеров появилось сразу два новых класса приборов для измерения размеров и счетной концентрации аэрозолей – ручные счетчики частиц и датчики частиц<sup>1</sup>. Первые представляют собой малогабаритные и легкие (обычно всего не более 1 кг) приборы, работающие от аккумуляторной батареи. Такая конструкция позволяет считать ручные счетчики частиц идеальным решением для оперативного контроля чистых помещений и систем воздухоподготовки.

Разработка же датчиков частиц – миниатюрных сенсоров, представляющих собой, по сути, только оптический блок обычного счетчика (всю обработку информации и прокачку воздуха через датчик осуществляют внешние подключаемые устройства) – привело к появлению в чистых помещениях полноценных многоточечных систем мониторинга частиц, работающих в реальном масштабе времени.

## Четвертое поколение счетчиков

За время, прошедшее с момента внедрения в практику третьего поколения счетчиков частиц, рынок этих приборов стабилизировался. Из пестрого калейдоскопа нескольких десятков разнородных производителей счетчиков 80-х гг. на рынке остались только несколько фирм, в основном американских, причем и среди них серьезные компании-производители, занимающиеся не копированием, а действительно разработкой новых моделей приборов, можно пересчитать буквально по пальцам одной руки.

<sup>1</sup> Более подробно о различных типах счетчиков частиц аэрозолей см. [1], [2].



Последняя модель ручного счетчика частиц  
Handheld 3016 модель E

Все это время продолжался выпуск довольно разнообразных моделей всех типов счетчиков – ручных, портативных, датчиков. Что же позволяет сейчас говорить о появлении нового, четвертого поколения этих приборов?

На этот раз новое поколение счетчиков характеризуется не один признак, а целая совокупность качественных изменений:

- **использование новых источников света**

Как и при смене предыдущих поколений, новизна коснулась источников света. Правда, на этот раз тип источника не изменился – это по-прежнему полупроводниковый лазер, однако его потребительские характеристики кардинально улучшились: в счетчиках частиц четвертого поколения используются лазеры со свехдол-



Прибор Solair 3100 модели E –  
представитель нового поколения счетчиков частиц

гим сроком службы – от 10 до 20 лет<sup>1</sup>. Для потребителей это означает, что прибор будет обслуживать производственный технологический процесс, скорее всего, до его (процесса) морального устаревания.

- **полная унификация конструктивных схем всех типов счетчиков частиц**

Фактически во всех моделях счетчиков и датчиков одного производителя используются однотипные оптические блоки (разумеется, настраиваемые в зависимости от требуемой чувствительности прибора). Разница в габаритах, весе и других эргономических (не метрологических!) характеристиках определяется практически только наличием (или отсутствием – как в датчиках частиц) того или иного типа вакуумного насоса – со скоростью прокачки воздуха 2,8 / 28 / 50 или 100 л/мин.

Унификация упрощает конструкцию приборов, повышает их ремонтпригодность, облегчает обслуживание – все это благотворно сказывается не только на удобстве их эксплуатации, но и на цене.

- **обработка сигнала, хранение и передача всей информации осуществляется микропроцессорным блоком прибора или внешним компьютером**

Эта особенность обработки информации в счетчиках частиц проявилась, конечно, не одновременно, а постепенно, однако именно сейчас достигла такой степени, что электронные блоки приборов настраиваются, управляются и контролируются только программным образом.

Для потребителей особенно важно, что ведущие производители счетчиков частиц перешли на метод **электронной калибровки** своих приборов. Если раньше при выполнении ежегодной (в соответствии с требованиями стандарта ГОСТ Р ИСО 14644-3) калибровки счетчика частиц регулировка порогов дискриминации, тока лазера и других важных параметров осуществлялась с помощью подстроечных резисторов, то теперь калибруемый прибор подключается к компьютеру и эти же операции выполняются специальной программой. Естественно, что каждая фирма-производитель приборов разрабатывает свою сервисную программу, причем защищает ее паролем. При этом в ходе калибровки программируется и дата ее проведения, и по истечении года счетчик или датчик частиц начинает напоминать о необходимости новой калибровки: мигает лампочками или выводит на экран соответствующую надпись – правда, на работоспособность прибора это не влияет.

Таким образом, реальную калибровку счетчиков частиц нового поколения может осуществлять только официальный сервис-центр фирмы-производителя, которому, разумеется, аутентичные программы предоставляются.

- **появление многообразных специальных исполнений, максимальный учет потребности каждого, даже единичного, потребителя**

Последний признак, вероятно, представляет наибольший интерес для потребителей, поскольку значительно расширяет возможности приборов и позволяет

<sup>1</sup> Однако это утверждение необходимо снабдить очень важным замечанием – долгий срок службы гарантируется при соблюдении правил эксплуатации счетчика или датчика частиц, прежде всего, при недопущении загрязнения его оптической системы.

максимально адаптировать приборную базу к решаемой задаче. Выпускаются счетчики частиц, которые, с одной стороны, универсальны, а с другой – ориентированы для использования преимущественно в аэрокосмической или в фармацевтической промышленности, в микроэлектронике или при контроле чистоты атмосферного воздуха. Заказчик может выбрать чувствительность своего счетчика, скорость пробоотбора, число каналов (размерных диапазонов), задать их границы, оснастить свой прибор дополнительными датчиками других параметров чистого помещения, самостоятельно решить, нужен ли ему встроенный принтер, питание от аккумуляторной батареи, подключение к внутренней сети предприятия или к Интернету, наконец, выбрать из внушительного списка дополнительных принадлежностей именно то, что необходимо для решения его конкретной задачи. Особенно ярко это проявляется в выборе моделей датчиков частиц для систем мониторинга, о чем будет сказано ниже.

Разнообразие модификаций и специальных исполнений счетчиков частиц нового поколения – естественный ответ на современные требования промышленности, отличающейся гибкостью, мобильностью, готовностью к быстрой перестройке на выпуск новой продукции.

### Новые приборы Lighthouse

Одной из первых компаний, начавших выпуск счетчиков частиц, достойных называться представителями нового поколения этих приборов, стала американская компания Lighthouse Worldwide Solutions (чаще используется ее сокращенное название – Lighthouse), тем самым подтвердив свою роль лидера рынка.

В 2011 году обновилась самая популярная на российском рынке модель счетчика частиц производства Lighthouse – ручной счетчик частиц Handheld 3016, точнее, вся линейка ручных счетчиков. На первый взгляд, внешне счетчик не изменился, однако это впечатление рассеивается сразу же после включения прибора – дело в том, что его сенсорный **дисплей стал цветным**. Новая TFT технология обеспечивает не только яркое цветное изображение, но и лучшее разрешение, что заметно улучшает визуальное восприятие текста и цифр. И еще одна новинка, которая не может не обрадовать российских потребителей – с 2012 года пользователь может сам менять **язык интерфейса**, причем (наконец-то!) наряду с основными европейскими языками и китайским можно выбрать **русский язык**.

Метрологические характеристики счетчиков типа Handheld остались на достигнутом ранее очень высоком уровне. Высокая чувствительность – 0,3 мкм (Handheld 3016); 0,5 мкм (Handheld 5016) или 0,2 мкм (Handheld 2016 – напомним, что эта модель является единственным в мире ручным счетчиком с такой чувствительностью) при скорости пробоотбора 2,8 л/мин обеспечивает возможность проведения измерений в чистых помещениях до класса ИСО 5 включительно. Максимальная счетная концентрация, при которой прибор может проводить измерения без использования разбавителя, составляет  $4 \times 10^6$  част./фут<sup>3</sup> – вдвое больше, чем у всех конкурентов. Это значит, что приборы типа Handheld можно использовать и при измерениях относительно грязного воздуха – вплоть до атмосферного. По-прежнему приборы типа Handheld обеспечивают измерения числа частиц в 6 размерных диапазонах одновременно, при этом определяются и значения температуры и относительной влажности. Эргономическая продуманность и полнота базовой комплектации обеспечивают удобство пользования счетчиком.

С 2011 года счетчики Handheld имеют **электронную калибровку**. Обновлен и интерфейс прибора. В общем, все перечисленные выше признаки нового поколения счетчиков частиц в приборах типа Handheld выражены достаточно ярко. При этом описанные новинки и изменения не отразились на цене счетчиков: она осталась прежней, что должно только прибавить этим приборам популярности.



### Группа компаний ВИАЛЕК

<b>Россия   Москва</b>	<b>Украина   Киев</b>
Тел. +7(495) 227-23-60	Тел. + 38 (044) 228-27-64
Тел. +7(495) 941-47-98	e-mail: <a href="mailto:edu@vialek.kiev.ua">edu@vialek.kiev.ua</a>
e-mail: <a href="mailto:edu@vialek.ru">edu@vialek.ru</a>	<a href="http://www.vialek.kiev.ua">www.vialek.kiev.ua</a>
<a href="http://www.vialek.ru">www.vialek.ru</a>	



## Аутсорсинг

**Даем энергию  
ВАШЕМУ проекту**

- Самоинспекции
- Ежегодный обзор качества ЛС
- Оценка и аудит поставщиков
- Регистрационное досье в формате СТД
- Разработка и/или оценка проектов документов системы качества
- Валидационные работы



Международная сертификация



Обучение



Оптимизация издержек



Управление рисками

**GMP · GDP · ISO 9001**





**Датчик частиц Remote 3014P с датчиком температуры и относительной влажности, установленный на кронштейне. Вверху – съемный дисплей для отображения результатов измерений и настройки прибора**

Все портативные счетчики частиц Solair производства Lighthouse также представляют собой приборы нового поколения. В 2011 году модельный ряд приборов Solair был унифицирован – сокращено число модификаций, оставлены в серийном производстве только самые современные приборы. Вместо выпускавшихся ранее модификаций Solair 3100 C, Solair 3100+, Solair 3100Rx и Solair 3100 D с 2012 года выпускается только самая последняя модель Solair 3100 E.

У новой модели улучшились метрологические характеристики – теперь максимальная допустимая концентрация частиц на входе прибора составляет 1 000 000 частиц/ft<sup>3</sup> (35 300 000 м<sup>-3</sup>) для менее 5% совпадений. Это лучший в мире показатель для класса портативных приборов со скоростью отбора пробы 28,3 л/мин. Обновился и источник света – теперь это лазерный диод, изготовленный по специальной технологии, обеспечивающей сверхдлинный средний срок работы в 20 лет. Новый цветной TFT дисплей с диагональю 14,47 см имеет лучшее, чем прежде, разрешение экрана и цветопередачу. Батарея модели Solair 3100 E имеет на 20% большую емкость, чем ранее. Калибровка у Solair 3100 E электронная.

На примере счетчиков частиц Solair 3100 E можно хорошо проиллюстрировать ориентированность приборов нового поколения на максимальную гибкость к требованиям заказчика. При выборе прибора можно варьировать чувствительность счетчика (0,3 мкм для Solair 3100 или 0,5 мкм для Solair 5100), число каналов (размерных диапазонов) – 6 или 8, задать их границы. Счетчики частиц Solair 3100 E могут поставляться с аккумуляторной батареей или без нее, со встроенным принтером или без него.

Особую заботу разработчики проявили о пользователях, работающих в фармацевтической промышленности и медицине – отраслях, где требуется частая обработка прибора дезинфицирующими растворами.

Специальный обтекаемый корпус прибора из нержавеющей стали отличается отсутствием щелей, острых граней, полостей и пр., в том числе на задней панели, где все разъемы можно закрыть специальной крышкой, что позволяет легко проводить очистку прибора и обработку соответствующими растворами.

Модель Solair 3100 E не имеет на задней панели охлаждающего вентилятора. Таким образом, прибор не вносит возмущений в воздушную среду чистого помещения. Соответственно отпадает необходимость в специальной насадке из дополнительного HEPA-фильтра на выходе воздуха из прибора. Отдельной похвалы заслуживает встроенный в счетчик вакуумный насос. Его мощности хватает для того, чтобы прокачать пробу воздуха через пробоотборную трубку длиной 12 метров! Это лучший результат среди всех представленных на рынке аналогичных приборов.

Результаты измерений отображаются на дисплее счетчиков типа Solair, записываются в память прибора (до 3000 записей), могут передаваться в компьютер или в сеть Ethernet, а также могут записываться на USB флэш-память, причем такая запись проводится в формате, не допускающем редактирование результатов измерений; другими словами, результаты защищены от попыток их «подправить».

Ну и наконец, как и у приборов Handheld, самым важным для отечественных потребителей является то, что счетчик частиц Solair 3100 модели E имеет **русскоязычный интерфейс**.

Еще одна новинка компании Lighthouse – **высокочувствительный портативный счетчик аэрозолей SOLAIR 1100 LD** – является прекрасным примером унификации конструктивных схем счетчиков частиц.

Это одна (и более совершенная) из всего двух представленных на рынке моделей счетчиков с нижним порогом размеров частиц 100 нм, использующих в качестве источника света полупроводниковый лазер. Для высокочувствительных счетчиков замена He-Ne газового лазера на полупроводниковый – сложная техническая задача, поэтому ее успешное решение является буквально прорывом с технологии детектирования частиц. А для потребителей это означает существенное сокращение габаритов и веса прибора, соответственно повышается и удобство его использования – прибор действительно становится портативным не только по названию.

Метрологические характеристики счетчика Solair 1100 LD (диапазон измерений от 0,1 мкм до 5,0 мкм, скорость пробоотбора 28,3 л/мин, максимальная концентрация 500 000 частиц/ft<sup>3</sup>) остались по-прежнему стабильно высокими. С помощью счетчика Solair 1100 LD можно проводить аттестацию чистых помещений любого класса чистоты от ИСО 1 до ИСО 9.

### **Датчики частиц для систем мониторинга**

Как уже отмечалось выше, разнообразие модификаций и специальных исполнений нового поколения счетчиков частиц ярче всего иллюстрирует семейство датчиков частиц для систем мониторинга. В этом классе приборов **датчики частиц Remote** производства Lighthouse по разнообразию и богатству выбора не имеют себе конкурентов. Только основных типов датчиков Remote

насчитывается 52 модели, плюс практически каждая модель имеет 2-3 модификации. Это позволяет пользователю выбрать датчик, максимально приспособленный для решения его конкретной задачи.

Датчики аэрозолей являются основным, важнейшим элементом системы мониторинга. Миниатюрные (и, следовательно, не мешающие персоналу), легко монтируемые в любом месте чистой комнаты датчики обеспечивают надежный периодический (вплоть до непрерывного) контроль одновременно во всех критических точках практически любого чистого помещения.

Выбор датчика частиц для системы мониторинга начинается с определения требуемой чувствительности (выпускаются датчики Remote с пределом обнаружения 0,1 мкм; 0,2 мкм; 0,3 мкм и 0,5 мкм), скорости пробоотбора (2,8 или 28 л/мин) и типа выходного сигнала (здесь возможен импульсный выход, токовый выход 4 – 20 мА и наиболее современные RS-485 и Ethernet). Остановимся на наиболее популярных моделях датчиков.

В **фармацевтической промышленности** и медицине в соответствии с требованиями GMP о необходимости непрерывного мониторинга наиболее часто используются датчики **Remote 5104**.

Датчик частиц Remote 5104 рассчитан на безостановочную работу 24 часа в сутки 7 дней в неделю. Обладая чувствительностью 0,5 мкм при скорости отбора пробы 28,3 л/мин, датчик Remote 5104 осуществляет измерение в двух каналах (0,5 мкм и 5 мкм) в режиме реального времени (опция – измерение и в 4 каналах). Использует внешний источник вакуума, обладает универсальностью установки и может применяться там, где требуется экономия свободного места. Подключение к компьютеру осуществляется через выход RS-485 (Modbus). Также дополнительно датчик Remote 5104 может быть снабжен измерительным зондом температуры и относительной влажности. Информация об этих параметрах будет передаваться в компьютер (и отображаться на дисплее системы контроля) вместе с данными о счетной концентрации частиц во всех размерных диапазонах.

На корпусе Remote 5104, выполненном из нержавеющей стали, имеются индикаторы рабочего режима, потока воздуха, питания, необходимости сервиса, а также выход для подключения светового или звукового внешнего сигнализатора превышения концентрации выше заданного уровня (alarm). Это позволяет оператору максимально оперативно отслеживать ситуацию с концентрацией частиц непосредственно на рабочем месте.

Также для использования в фармацевтической промышленности выпускаются датчики типа **Remote xxxxV в специальном исполнении**. Они имеют герметизированный корпус и оптический блок, выполнены из материалов, стойких к перекиси водорода, часто применяемой в фармацевтической промышленности для дезинфекции, и другим летучим органическим соединениям. Выпускаются модели Remote 2014V, 3014V с расходом 2,8 л/мин и чувствительностью 0,2 мкм и 0,3 мкм соответственно, а также модели Remote 3104V, 5104V и 5102V с расходом 28,3 л/мин и чувствительностью 0,3 мкм или 0,5 мкм.

В **микроэлектронике** и полупроводниковом производстве наиболее популярным остается датчик **Remote 3014**. Практически все эргономические характери-



Датчик – микробиологический пробоотборник  
**Remote Active Count**

ки этого датчика аналогичны описанной выше модели Remote 5104, отличия только в чувствительности (для микроэлектроники она обычно выше – 0,3 мкм) и скорости пробоотбора (2,8 л/мин). Для некоторых приложений лучше подходят датчики **Remote 1104 LD** с очень высокой чувствительностью 0,1 мкм и датчики **Remote 2014** с чувствительностью 0,2 мкм.

Недавно компания Lighthouse представила не имеющие на рынке аналогов **датчики крупных частиц Remote 50104**. Они выпускаются в двух модификациях – с диапазоном от 5 до 100 мкм и с диапазоном от 20 до 30 мкм. Такие датчики рассчитаны на использование в системах мониторинга чистоты воздуха в аэрокосмической и в автомобильной промышленности.

Как уже упоминалось выше, «обычные» датчики используют внешний источник вакуума (насос), от которого к датчикам должны быть протянуты вакуумные шланги. В последнее время все большее распространение получают **датчики со встроенными насосами** типа Remote xxxxP. Они имеют небольшие размеры, снабжены индикаторами рабочего режима. Их корпуса выполнены из нержавеющей стали, что позволяет проводить обработку дезинфицирующими растворами. Передача данных в компьютер – по RS-485. Важно, что эти датчики имеют возможность подключения до 4 датчиков состояния среды – температуры, влажности, перепада давления, линейной скорости воздушного потока. Выпускаются датчики со встроенным насосом типа Remote 3014P и 5014P с чувствительностью 0,3 мкм и 0,5 мкм соответственно и скоростью пробоотбора 2,8 л/мин, а также и датчики Remote 3104P и 5104P с чувствительностью 0,3 мкм и 0,5 мкм и скоростью пробоотбора 28 л/мин.

С одной стороны, датчики со встроенным насосом дороже «обычных» датчиков, с другой – позволяют обойтись без внешнего вакуумного насоса, что существенно упрощает монтаж системы мониторинга и уменьшает его стоимость. При этом следует иметь в виду, что использование датчиков Remote 5014P, например, в операционных более оправдано с метрологической точки зрения – они могут работать при значительно более высоких концентрациях частиц, чем датчики с расходом 28 л/мин.

Датчики со встроенным насосом хорошо зарекомендовали себя в тех случаях, когда необходимо поставить в несколько помещений большой площади по одному датчику, т.е. нерационально использовать несколько



Анализатор общего органического углерода  
Neptune TOC

«внешних» насосов. Например, датчики Remote 5014P используются сразу в нескольких системах мониторинга чистоты воздуха на Байконуре.

Еще один вид специального исполнения – датчики типа Remote xxxxPN, которые имеют **встроенный насос и взрывобезопасный промышленный корпус NEMA** из нержавеющей стали или стали, покрытой порошковой эмалью. Габариты датчика 5104PN 25×30×15 см, вес 9 кг. Выпускаются модели Remote 3012PN, 5012PN, 5014PN с расходом 2,8 л/мин и чувствительностью 0,3 мкм или 0,5 мкм, а также модели Remote 3102PN, 3104PN, 5102PN и 5104PN с расходом 28,3 л/мин и чувствительностью 0,3 мкм или 0,5 мкм. Во взрывобезопасном исполнении доступна и модель датчика крупных частиц Remote 50192PN с диапазоном измерения 5–100 мкм.

Наконец, последней новинкой для систем мониторинга стал **датчик (фактически – микробиологический пробоотборник) Remote ActiveCount**. В этот миниатюрный прибор устанавливается чашка Петри диаметром 90 мм и по команде с компьютера осуществляется пробоотбор со скоростью 28,3 или 50 или 100 л/мин. Аналогичные характеристики (кроме, разумеется, габаритов) имеет и датчик Remote ActiveCount – NEMA, отличающийся от описанного выше лишь тем, что он смонтирован во взрывобезопасном промышленном корпусе из нержавеющей стали.

В завершении этого раздела, посвященного системам мониторинга, нельзя не упомянуть о тенденции, которая завоевывает все большую популярность за рубежом – о переходе к **беспроводным системам мониторинга**. Действительно, прокладка коммуникаций от каждого датчика к компьютеру, подключение датчиков к вакуумному насосу требуют значительных трудозатрат и вносят существенный вклад в стоимость монтажа. С использованием датчиков со встроенными насосами и снабженными адаптерами беспроводной связи становится возможным вообще не прокладывать в чистом помещении никаких дополнительных коммуникаций, достаточно просто подключить датчик к сети электропитания.

В связи со все большим распространением беспроводных систем мониторинга компания Lighthouse предлагает в качестве дополнительного оборудования беспроводные адаптеры к любой из моделей выпускаемых датчиков.

По-видимому, именно беспроводным мобильным системам мониторинга принадлежит будущее в технологии контроля производственной чистоты.

### On-line анализатор общего органического углерода Neptune TOC

Нельзя не упомянуть и еще одну новинку компании Lighthouse, которая также относится к системам мониторинга чистоты, но не воздуха, а воды.

Одним из показателей, характеризующих чистоту воды, является общий органический углерод (*total organic carbon* или *total oxidizable carbon* – ТОС). Содержание ТОС – важнейший параметр для питьевой воды; для воды, используемой в теплотехнике, в фармацевтической промышленности, где величины ТОС в воде для инъекций и в ультрачистой воде нормируются национальными Фармакопеями; в производстве полупроводников, где требования к чистоте воды растут вместе с уменьшением геометрических размеров элементов микросхем и ростом их плотности.

Разработанный компанией Lighthouse анализатор Neptune TOC определяет содержание общего органического углерода с помощью нового, находящегося в стадии патентования метода с использованием ультрафиолетовой (УФ) лампы, что обеспечивает приборам сравнительно низкую стоимость и долгий срок службы. Технология с использованием УФ-лампы позволяет при анализе ТОС отказаться от применения химикатов или катализаторов, а также проводить более точные и воспроизводимые измерения.

Компактная компоновка прибора позволяет продлить срок службы УФ-лампы до 2 лет непрерывного использования, и тем самым минимизирует необходимость частой смены ламп.

Анализатор общего органического углерода Neptune TOC выпускается в двух модификаций – для полупроводниковой (Neptune TOC Electronics) и фармацевтической (Neptune TOC Pharma) промышленности.

Прибор отличается прекрасными метрологическими характеристиками – диапазон измерений ТОС – от 0,05 до 1000 ppb (для фармацевтической промышленности – от 1 до 2000 ppb), проводимости – от 0,02 до 0,05 мкСм/см, сопротивления – от 0,5 до 18,24 МОм×см. Скорость отбора пробы при этом составляет 100–300 мл/мин (в приборе имеется встроенный измеритель скорости потока).

Конструктивно Neptune TOC выполнен в корпусе размером (18,3×20,3×21) см из нержавеющей стали и алюминия, снабжен цветным жидкокристаллическим сенсорным дисплеем, на котором отображаются результаты измерений.

Анализатор общего органического углерода Neptune TOC может работать с различными типами интерфейсов – Ethernet, RS-485, также имеет 4 аналоговых выхода. Таким образом, он может быть легко интегрирован в любую систему мониторинга оборудования или



систему контроля. Neptune TOC может производить запись данных в память и работать как отдельный прибор или может стать частью системы сбора информации.

Для применения прибора в фармацевтической промышленности важно, что в качестве дополнительной принадлежности можно приобрести модуль проверки соответствия прибора требованиям USP (suitability test) – Neptune PSM.

Проверка соответствия прибора требованиям USP (System Suitability Test) заключается в вычислении величины (Response Efficiency, в %), которая характеризует способность правильно измерить стандартный раствор (RRS – Reference of the Standard Solution) легко окисляемого вещества – сахарозы с концентрацией 500 ppb (Sucrose, 500 ppb TOC) и стандартный тестовый раствор (RS – Reference of the System Suitability Solution) трудно окисляемого вещества (1,4 Benzoquinone, концентрация 500 ppb TOC):

$$\% \text{ Response Efficiency} = 100 [(RSS - RW)/(RS - RW)],$$

где **RW** (Reagent Water) – показания прибора для используемой воды (фон).

Еще одно полезное дополнительное устройство – модуль охлаждения поступающей на анализ воды – Neptune LCM. Он обеспечивает охлаждение поступающей на анализ воды на 600С (при расходе 100 мл/мин – до температуры 250С) при размерах (11,5×18,8×22,8) см и весе 2,2 кг.

Разнообразие модификаций и специальных исполнений счетчиков частиц нового поколения и других приборов контроля параметров чистых помещений с одной стороны, позволяет максимально удовлетворить разнообразные требования современной промышленности, но, с другой стороны, требует квалифицированного подхода к выбору и комплектации приборов. Именно поэтому компания «Клинрум Инструментс» в работе с заказчиками стремится добиться максимальной ин-

формированности и осознанности при формировании любого заказа. Мы всегда готовы проконсультировать наших партнеров по всем вопросам, связанным с измерениями в чистых помещениях.

В связи со все более широким распространением электронной калибровки счетчиков частиц не менее важно напомнить, что компания Lighthouse – единственный производитель счетчиков частиц, имеющий в России авторизованный сервис-центр (на базе ООО ПСК «Клинрум Инструментс»), в котором производится ежегодная калибровка приборов (в соответствии с требованиями ГОСТ Р ИСО 14644-3), их сервисное обслуживание, гарантийный и пост-гарантийный ремонт. Это позволяет потребителям экономить время и существенные средства (нет необходимости направлять приборы на ремонт, техническое обслуживание и калибровку в Европу или США).

### Литература

1. Калечиц В. И. Современные направления в контроле аэрозольных микрозагрязнений. «Чистые помещения и технологические среды», 2002, № 1, стр. 16-21.
2. Калечиц В. И. Компьютерные системы контроля параметров чистых производственных помещений. «Чистые помещения и технологические среды», 2003, № 4, стр. 23-31. ■



Более подробную информацию о приборах для контроля параметров чистых производственных помещений можно получить в группе компаний «Клинрум Инструментс» ([www.clri.ru](http://www.clri.ru), e-mail: [clri@clri.ru](mailto:clri@clri.ru), тел./факс +7-499-196-7727, 7594)

## Чистые Помещения и технологические среды

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

**Архив  
журнала  
2002-2011**

Электронная версия

### Уважаемые читатели!

Работа с электронным архивом журнала позволит сократить время на поиск важной информации, подбор материалов единой тематики и подготовку аналитических обзоров

### Приобрести CD-диск

Вы можете через редакцию журнала и региональные подразделения группы компаний «ВИАЛЕК»

### В Москве:

тел.: +7(495) 941-47-89, 227-23-60  
e-mail: [cleanrooms@vialek.ru](mailto:cleanrooms@vialek.ru)

### В Киеве:

тел.: +38(044) 228-27-64  
e-mail: [edu@vialek.kiev.ua](mailto:edu@vialek.kiev.ua)



Издатель журнала:  
группа компаний «ВИАЛЕК»