

Апрель 2020 г., выпуск 80



## Стр. 1

Мы продолжаем оказывать поддержку и предоставлять информацию пользователям систем ИСП-МС Agilent

## Стр. 2–3

Важность сверхчистой воды для анализа реактивов, применяемых в полупроводниковой промышленности

## Стр. 4–5

Представляем некоторые новые возможности программного пакета Agilent ICP-MS MassHunter версии 4.6

## Стр. 6

Успехи зимней конференции по плазменной спектроскопии 2020 г.

## Стр. 7

Новые образовательные материалы на информационном портале по ИСП-МС

## Стр. 8

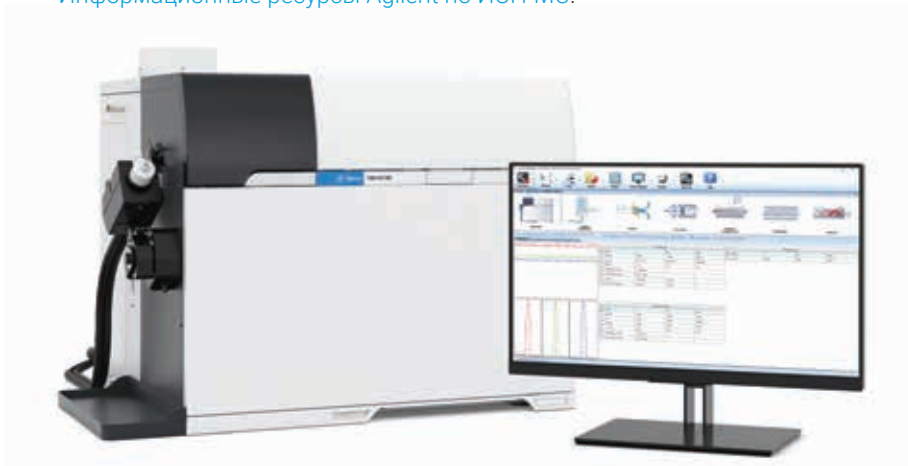
Вебинары на тему повышения качества данных, последние публикации по ИСП-МС

## Мы продолжаем оказывать поддержку и предоставлять информацию пользователям систем ИСП-МС Agilent

Мы живем в особенное время, когда жизнь многих людей сильно нарушена, а многие предприятия и лаборатории закрылись или работают в условиях серьезных ограничений. Даже в условиях удаленной работы мы продолжаем подбирать информацию о новых приложениях ИСП-МС, о выпуске новой продукции, а также искать новые рекомендации и решения в надежде на улучшение ситуации.

А пока вы по-прежнему можете получить доступ к большинству ресурсов для обучения, программным урокам, форумам пользователей и технической поддержке в Интернете через сетевое сообщество Agilent [Цифровые решения Agilent](#).

Руководство по оптимизации и техническому обслуживанию ИСП-МС Agilent можно найти на информационном портале в разделе [Информационные ресурсы Agilent по ИСП-МС](#).



**Рисунок 1.** ИСП-МС Agilent 7900 с пакетом ICP-MS MassHunter – проверьте наличие обновлений до последней версии для своей системы.

# Важность сверхчистой воды для анализа реактивов, применяемых в полупроводниковой промышленности

Kazuhiro Sakai (Кадзухиро Сакай)<sup>1</sup>, Mitsuo Takizawa (Мицую Такидзава)<sup>2</sup> и Ed McCurdy (Эд Маккерди)<sup>1</sup>,

<sup>1</sup> Agilent Technologies, Inc., <sup>2</sup> Organo Corporation, Япония

## Качество воды в анализе полупроводников

Следовые примеси посторонних элементов при производстве полупроводников могут повлиять на электрические параметры кремниевых пластин и вызвать дефекты, которые иногда даже могут привести к отказу устройства. Чтобы снизить риск загрязнения, на всем ходе производства кремниевых пластин используются реактивы высшей степени очистки и сверхчистая вода.

Лабораториям контроля качества и управления технологическими процессами также нужна сверхчистая вода для определения ультраследовых количеств примесей в реактивах высшей степени очистки, применяемых в полупроводниковой промышленности. Чтобы добиться низкого уровня фонового шума, который нужен для точного и надежного измерения низких концентраций определяемых элементов, количество следовых примесей в сверхчистой воде должно быть минимальным.

Чистота воды обычно определяется отсутствием органических и неорганических (ионных) примесей. Чем ниже количество примесей, тем выше электрическое сопротивление воды. Теоретическое максимальное сопротивление чистой воды составляет 18,24 МОм·см. Широко распространенные в полупроводниковой промышленности стандарты SEMI определяют сверхчистую воду как воду с наивысшей степенью очистки (с сопротивлением выше 18 МОм·см).

Многие производители, такие как Merck (Millipore), Organo и ELGA, предлагают лабораторные системы получения сверхчистой воды. Эти системы с помощью набора патронов обратного осмоса, деионизации и ультрафильтрации удаляют из воды взвешенные частицы, органические примеси, микроорганизмы и неорганические ионы. В этом процессе берут обычную воду из-под крана (или из заводского источника воды для предприятий полупроводниковой промышленности) и обеспечивают лабораторию сверхчистой водой.

В табл. 1 приведены данные о концентрации нескольких элементов в сверхчистой воде, подаваемой системой Puric ω производства Organo Corporation, Япония. Системы ИСП-МС Agilent, в данном случае ИСП-МС-QQQ Agilent 8900, позволяют измерять содержание всех важных для полупроводниковой промышленности следовых элементов на уровне меньше одной триллионной доли. В условиях стерильной, защищенной от пыли лаборатории сверхчистая вода должна сохранять свою высокую чистоту. Однако некоторые

**Таблица 1.** Следовые элементы в сверхчистой воде, подаваемой системой Organo Puric ω, измеренные с помощью ИСП-МС-QQQ Agilent 8900.

Элемент	m/z	Предел обнаружения, трлн д.	Концентрация, порождающая сигнал, эквивалентный фоновому, трлн д.
Li	7	0,05	Меньше пред. обнар.
B	11	0,69	3,71
Na	23	0,08	0,13
Mg	24	0,01	0,01
Al	27	0,00	0,05
K	39	0,03	0,04
Ca	40	0,04	0,14
Ti	48	0,12	Меньше пред. обнар.
V	51	0,01	0,01
Cr	52	0,14	0,24
Mn	55	0,02	0,03
Fe	56	0,33	Меньше пред. обнар.
Co	59	0,00	0,00
Ni	60	0,03	0,08
Cu	63	0,01	0,06
Zn	66	0,16	0,26
Ga	69	0,01	Меньше пред. обнар.
As	75	0,00	0,00
Rb	85	0,00	0,00
Sr	88	0,00	0,00
Zr	90	0,09	0,10
Mo	95	0,04	Меньше пред. обнар.
Ag	107	0,11	0,13
Cd	111	0,02	Меньше пред. обнар.
Cs	133	0,00	0,00
O	184	0,02	Меньше пред. обнар.
Pb	208	0,03	Меньше пред. обнар.
U	238	0,00	0,00

элементы могут попасть в воду из емкости или из воздуха лаборатории, что может повлиять на растворы, которые используются продолжительное время, такие как промывочные растворы.

## Промывочный порт с постоянной подачей воды для автосамплера Agilent I-AS

Уровень фонового шума может увеличиться из-за эффекта переноса или загрязнения раствора от емкости для промывочного раствора или от воздуха лаборатории. Этого можно избежать за счет

использования специального промывочного порта для постоянной подачи свежего промывочного раствора.

Производитель систем сверхчистой воды, компания Organo, разработал специальный проточный промывочный порт для встроенного автосамплера Agilent (I-AS), которым оборудуются системы ИСП-МС и ИСП-МС-QQQ компании Agilent. Промывочный порт Organo подает свежую сверхчистую воду от системы Organo Puric ω прямо в промывочный порт автосамплера для промывки зонда между забором проб. На рис. 1 показан проточный промывочный порт Organo в сборе с автосамплером I-AS.

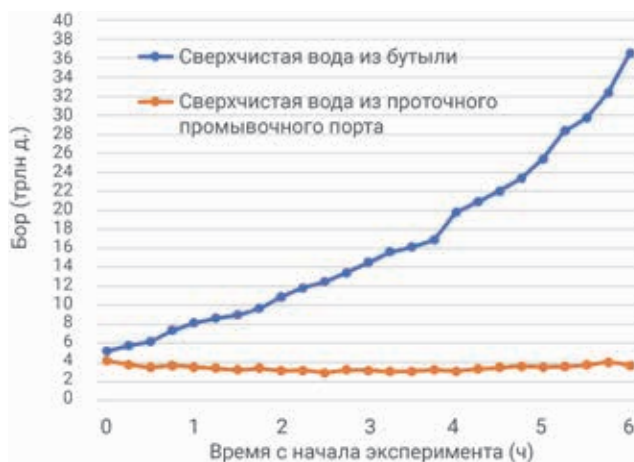


**Рисунок 1.** Автосамплер Agilent I-AS с установленным проточным промывочным портом сверхчистой воды Organo.

Бор (B) — это один из самых проблемных следовых элементов в стерильных лабораториях. Этот элемент одним из первых начинает проходить сквозь патроны с ионообменными смолами лабораторных деионизаторов, поэтому поддерживать постоянно низкий фоновый уровень бора в сверхчистой воде может быть непростой задачей. Также даже в стерильной лаборатории, как правило, есть несколько потенциальных источников бора как в твердой, так и в газообразной форме.

Даже если воздух хорошо фильтруется от аэрозолей, растворы все равно могут поглощать газообразные соединения бора из воздуха лаборатории. Источники бора включают в себя посуду из боросиликатного стекла, а также вату из боросиликатного стекла, которая применяется в высокоэффективных воздушных фильтрах (HEPA). Разложение или воз действие на такие материалы кислот может высвобождать летучие соединения бора, которые могут поглощаться растворами в открытых виалах или других емкостях. Это приводит к постепенному увеличению фоновой концентрации бора в растворах.

Для оценки загрязнения сверхчистой воды в стерильных лабораториях мы провели исследование в чистой комнате компании Agilent. Для этого на ИСП-МС-QQQ Agilent 8900 периодически измерялась концентрация бора в емкости со сверхчистой водой. Также периодически измерялась концентрация бора в сверхчистой воде, подаваемой в проточный промывочный порт Organo автосамплера I-AS. Данные собирались в течение 6 часов, и результаты представлены на рис. 2.



**Рисунок 2.** Фоновая концентрация бора (трн д.) в сверхчистой воде из емкости (голубая линия) и воде, подаваемой через проточный промывочный порт (оранжевая линия).

Рис. 2 демонстрирует, что загрязнение из воздуха лаборатории увеличивает концентрацию бора в сверхчистой воде, налитой в бутылку. Концентрация бора в сверхчистой воде, подаваемой через проточный промывочный порт, остается постоянной. Это сравнение демонстрирует важность периодической замены сверхчистой воды, применяемой для промывки, либо путем замены емкости вручную, либо путем установки проточного промывочного порта.

Проточный промывочный порт Organo для автосамплеров I-AS в настоящее время можно приобрести в Японии, Китае, Южной Корее, Тайване, Сингапуре, Малайзии, Таиланде, Вьетнаме и Индонезии.

## Выводы

Спектрометры ИСП-МС и ИСП-МС-QQQ компании Agilent способны измерять очень низкие концентрации большинства элементов. Типичные уровни предела обнаружения и концентрации, эквивалентной фоновому сигналу, для них составляют менее одной триллионной доли. Однако для того, чтобы поддержать низкое значение этих параметров, для разбавления проб и приготовления калибровочных стандартов должна применяться только высококачественная сверхчистая вода. Загрязнения промывочных растворов можно избежать за счет использования промывочного порта с постоянной подачей воды.

## Подробнее

[www.organo.co.jp/english/products/ultrapure-water/](http://www.organo.co.jp/english/products/ultrapure-water/)

# Представляем некоторые новые возможности программного пакета Agilent ICP-MS MassHunter версии 4.6

Glenn Woods (Гленн Вудс) и Ed McCurdy (Эд Маккерди), Agilent Technologies, Inc.

## Пакет ПО MassHunter для ИСП-МС

Все современные системы ИСП-МС и ИСП-МС-QQQ компании Agilent управляются пакетом ПО ICP-MS MassHunter. Последняя версия этого пакета — 4.6 (G7201C, вер. C.01.06). Он поддерживает все выпускаемые системы ИСП-МС Agilent 7800, Agilent 7900 и ИСП-МС-QQQ Agilent 8900, а также ИСП-МС серии Agilent 7700 и ИСП-МС-QQQ Agilent 8800.

ICP-MS MassHunter управляет всеми аспектами конфигурации прибора, оптимизации, настройки методики анализа, а также сбора и обработки данных и подготовки отчетов. Встроенные шаблоны методик и функции автоматической оптимизации упрощают работу и помогают сократить количество ошибок.

ICP Go обеспечивает упрощенный веб-интерфейс для управления рутинной эксплуатацией для лабораторий, делающих много одинаковых анализов.

Дополнительные модули позволяют расширить возможности ICP-MS MassHunter для специальных областей. Они позволяют, например, разделять пробу до анализа методом газовой или жидкостной хроматографии, исследовать наночастицы и отдельные клетки, выполнять автоматизированный проточный контроль качества и обеспечивать соответствие нормативным требованиям.

## Новые возможности пакета ICP-MS MassHunter версии 4.6

Каждая новая версия пакета ICP-MS MassHunter приносит новые и обновленные функции, которые расширяют его область использования, обеспечивают поддержку нового оборудования, а также упрощают и ускоряют работу. В этой статье мы рассмотрим две новые функции, появившиеся в версии 4.6 пакета ICP-MS MassHunter:

- Новая функция IntelliQuant, которая упрощает разработку методик и улучшает визуализацию и интерпретацию полуколичественных данных быстрого сканирования в рутинном анализе серийных проб.
- Настраиваемые параметры графиков плотности распределения сигналов наночастиц, которые увеличивают возможности расширенного измерения одиночных наночастиц и клеток.

## Скрининг IntelliQuant

IntelliQuant — это простая в использовании функция скрининга, которая полностью интегрируется в процессы сбора и анализа количественных данных ICP-MS MassHunter. IntelliQuant включается флажком в параметрах полуколичественного анализа в методике сбора данных (рис. 1, вверху).

IntelliQuant использует данные быстрого сканирования во всем диапазоне масс, которые многие собирают постоянно, чтобы получить дополнительную информацию о пробе для оптимизации методики количественного анализа. Быстрое сканирование обычно выполняется в режиме гелиевой ячейки, поэтому сигналы отдельных элементов, как правило, свободны от помех, вызываемых многоатомными ионами. Быстрое сканирование можно легко добавить в методику сбора данных, выбрав соответствующий этап настройки в параметрах методики (рис. 1, внизу).

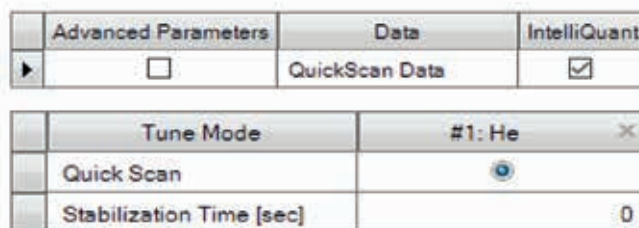
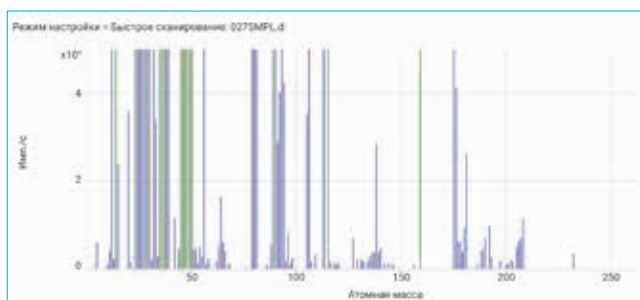
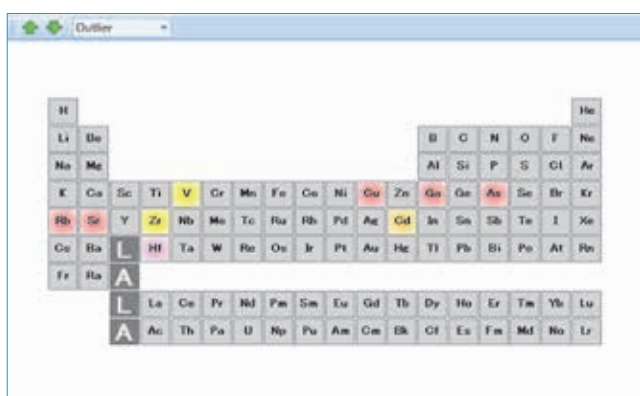
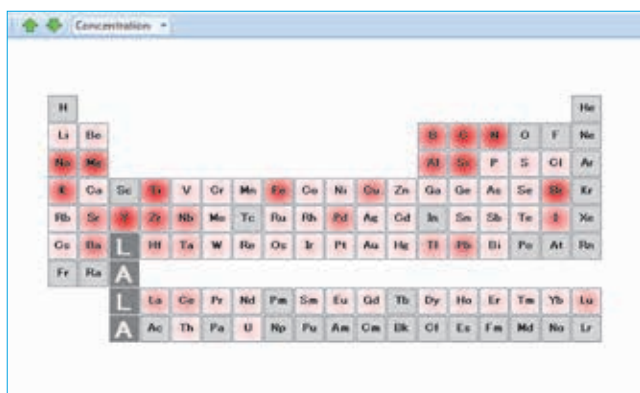


Рисунок 1. Включение функции IntelliQuant в параметрах полуколичественного анализа (вверху) и выбор этапа настройки для быстрого сканирования (внизу).

Функция IntelliQuant автоматически обрабатывает данные быстрого сканирования с использованием информации, уже введенной для полноценного количественного анализа, практически без вмешательства пользователя:

- Элементы, используемые для калибровки кривой массового отклика и поправки на внутренний стандарт, берутся автоматически из списков определяемых элементов и внутренних стандартов количественного анализа.
- В качестве эталона сигналов фона и внутреннего стандарта IntelliQuant автоматически выбирается холостой калибровочный стандарт (CalBlk) количественного анализа.
- Отклики элементов, измеренные для калибровочных стандартов количественного анализа (CalStds), автоматически используются для обновления серийных коэффициентов отклика полуколичественного анализа.



**Рисунок 2.** Вверху и посередине: тепловая карта концентраций функции IntelliQuant пакета ICP-MS MassHunter и флаги выпадающих результатов, указывающие на потенциальное наложение спектров. Внизу: полный масс-спектр быстрого сканирования позволяет идентифицировать и подтвердить полуколичественные результаты для некалиброванных элементов.

Результаты работы функции IntelliQuant отображаются в отдельной таблице, доступной на вкладке в верхней части серийной панели программы анализа данных. В таблице представлены результаты для всех доступных для измерения элементов, за исключением внутренних стандартов.

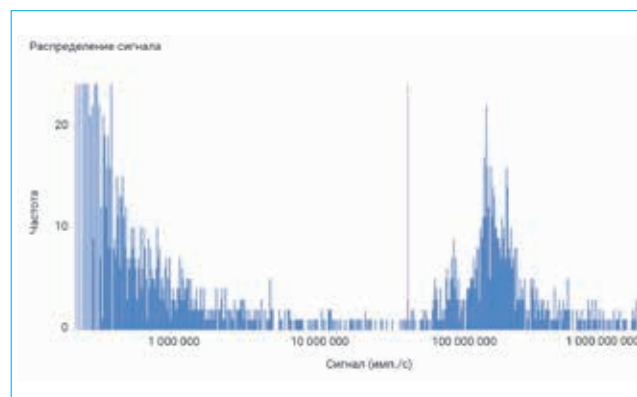
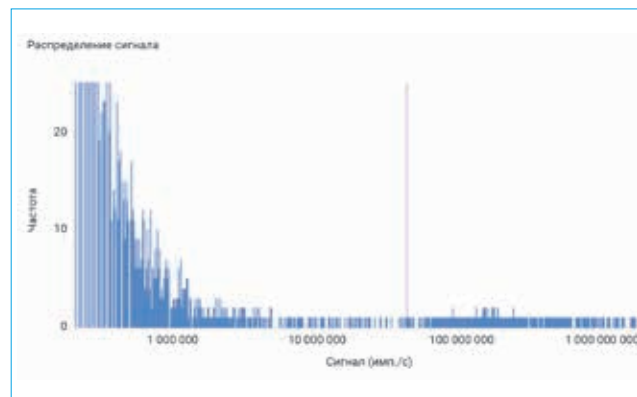
Кроме таблицы результатов, на рисунке «тепловой карты» периодической таблицы показывается концентрации элементов для каждой пробы (рис. 2, вверху). На второй периодической таблице показываются «выпадающие» результаты, которые могут быть вызваны наложением спектров, например от многоатомных ионов,

двухзарядных ионов и наложения сигналов от ионов с близкими атомными массами. Рисунок периодической таблицы позволяет легко интерпретировать информацию о составе каждой из проб и оценить все потенциальные источники ошибок.

**Графики распределения сигналов одиночных наночастиц**

Анализ одиночных наночастиц все чаще используется для контроля продуктов питания и окружающей среды, а также в разработке наноразмерных продуктов, которые применяются в промышленных материалах, продукции для сельского хозяйства и лекарственных препаратах.

Agilent ICP-MS MassHunter версии 4.6 позволяет гибко настраивать размер групп и интервал выборки для данных анализа одиночных наночастиц, что позволяет лучше понять распределение частиц по размерам в измеренном сигнале. Рис. 3 иллюстрирует новую гибкую функцию задания размера групп наночастиц.



**Рисунок 3.** Графики плотности распределения для наночастиц SiO<sub>2</sub>. Вверху: группы одинакового размера. Внизу: размер групп взвешен.

Верхний график на рис. 3 показывает график плотности распределения с одинаковым для всех интенсивностей размером группы. На нижнем графике размер группы взвешен, т. е. для сигнала большей интенсивности размер группы больше. На графике со взвешенным размером групп изменения в интенсивности сигнала заметны отчетливее.

# Успехи зимней конференции по плазменной спектроскопии 2020 г.

**Chuck Schneider (Чак Шнайдер), Agilent Technologies, Inc.**

## Тусон, Аризона, США, 12–18 января 2020 г.

На последней зимней конференции по плазменной спектроскопии у компании Agilent была очень загруженная неделя. Каждый день с воскресенья по четверг она проводила как минимум одно мероприятие для посетителей. Компания представила полностью обновленные системы ИСП-ОЭС Agilent 5800 и Agilent 5900 во время открытия выставки вечером в понедельник. В учебном центре ПО посетители могли опробовать новые версии пакетов Agilent ICP Expert и Agilent ICP-MS MassHunter. Все посетители были очень довольны практическими семинарами по ПО, которые должны были улучшить их навыки разработки и оптимизации методик и создания отчетов. На первом обеде-семинаре недели Пол Крамплиц, инженер по использованию систем ИСП-ОЭС компании Agilent, сделал детальный обзор новых систем ИСП-ОЭС. На двух обедах-семинарах по ИСП-МС инженеры по использованию систем ИСП-МС компании Agilent, Берт Вудс (Bert Woods) и Крэйг Джонс (Craig Jones), рассказали о новейших разработках в области одноквадрольных и трехквадрольных ИСП-МС. Выражаем особую благодарность Саре Эрхадль (Sara Erhadl) из клиники Майо, которая сделала программный доклад по ИСП-МС-QQQ на групповой встрече посетителей выставки. А после еще одного доклада Томоюки Ямады (Tomoyuki Yamada) из команды разработчиков ИСП-МС компании Agilent у посетителей было достаточно времени для неформальной беседы. В среду вечером для участников мероприятия для заказчиков компанией Agilent был организован автобус в бар Рейл-Ярд в историческом центре Тусона, где их ждали бесплатные закуски, напитки, танцы и игры до поздней ночи.

## 21-я конференция, проходящая раз в два года

Начиная с первой зимней конференции по плазменной спектроскопии, проведенной в 1980 г., эта конференция остается важным мероприятием в календаре. В этом году около 500 делегатов со всего мира съехались в Тусон, чтобы обсудить инновации в плазменной спектроскопии. Особую популярность имели такие темы, как анализ одиночных наночастиц и клеток, медико-биологические исследования, лазерная абляция, исследование соотношения изотопов, изотопное разведение и определение элементного состава. Трехквадрольная ИСП-МС остается актуальной темой в оборудовании для плазменной спектроскопии.

## Обзор стендовых докладов

Как видно из обзора стендовых докладов, биовизуализация, исследование молекулярных форм токсичных элементов, биологические и клинические исследования, исследование лекарственных препаратов, продуктов питания и наночастиц, а также оборудование были основными областями, которые интересовали посетителей конференции. Обзор также показал, что почти 40% участников со стендовыми докладами пользовались системами ИСП-ОЭС, ИСП-МС и ИСП-МС-QQQ компании Agilent.



## Международная команда экспертов

Представители исследовательской, конструкторской и маркетинговой команды Agilent по ИСП-МС, ИСП-ОЭС и МП-АЭС встретились с коллегами из Северной Америки. В сумме эта команда представила более 20 стендовых и устных докладов, а сама компания Agilent организовала шесть мероприятий для посетителей.

А теперь мы все ждем [Европейской зимней конференции по плазменной спектроскопии](#), которая пройдет в Любляне, Словения, с 31 января по 5 февраля 2021 г.

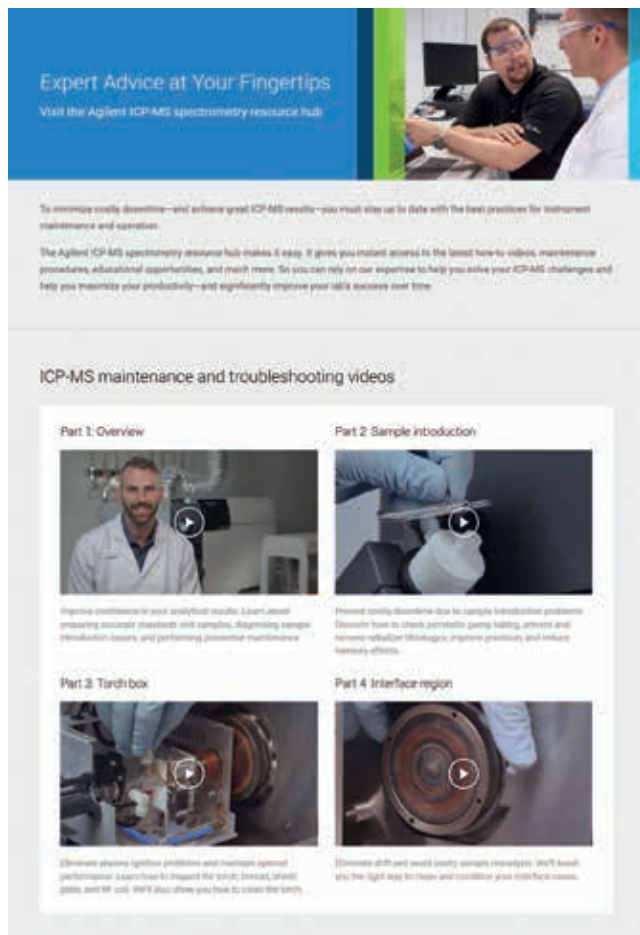
# Новые образовательные материалы на информационном портале по ИСП-МС

Gareth Pearson (Гарет Пирсон) и Kate Lee (Кейт Ли), Agilent Technologies, Inc.

## Введение

Информационный портал по ИСП-МС компании Agilent позволяет легко оставаться в курсе новейшей информации о техническом обслуживании и эксплуатации оборудования. Прямой доступ к практическим видео, процедурам технического обслуживания, обучению и многому другому позволяет добиваться великолепных результатов в ИСП-МС и избегать разорительных простоев оборудования.

Это уже третье обновление информационного портала по ИСП-МС. С его появления в 2017 г. на нем множество раз искали техническую информацию и руководства.



## Новое содержание: обучающий портал по атомной спектроскопии

Обучающий портал — это платформа, которая предоставляет доступ к онлайн-обучению и позволяет следить за его успехами.



В настоящий момент компания Agilent предлагает бесплатные курсы по вводу проб (доступны прямо сейчас). Во второй половине 2020 г. на нем появятся три дополнительных модуля, посвященных разработке методик в различных областях исследований, тематическим курсам по различным областям работы и интервью с экспертами.

<https://www.sepscience-spectroscopytutorials.com/courses/atomic-spectroscopy-learning-hub/>

## Новое содержание: руководство по выбору стыковочного конуса



Это руководство поможет вам быстро подобрать подходящий для ваших исследований и прибора конус для ИСП-МС.

В руководстве вы найдете также новые никелированные пробоотборные конусы с платинированными наконечниками (G3280-67142), которые снижают коррозию конуса при работе с пробами в сильных кислотах, таких как царская водка. Новые конусы имеют увеличенный срок службы, упрощают техническое обслуживание и увеличивают производительность прибора. <https://www.agilent.com/en/promotions/icp-ms-cone-selection-guide>

## Подробнее

<https://www.agilent.com/en/promotions/icp-ms-resource>  
Или ищите информацию о ИСП-МС на сайте Agilent.com.

## Серия вебинаров, посвященных повышению качества данных



Эта серия из трех вебинаров, которые ведут специалисты Agilent в области спектроскопии, подробно расскажет об источниках ошибок в данных ИСП-МС и ИСП-ОЭС и о нескольких практических способах идентификации этих источников. В ней вы узнаете о преимуществах и ограничениях некоторых распространенных подходов к контролю качества данных. Также в ней мы представим новейшее оборудование и расскажем о стратегиях исправления некоторых распространенных ошибок.

Подключайтесь к нашим вебинарам и узнайте о том, как:

- Идентифицировать источники ошибок в данных ИСП-ОЭС и ИСП-МС.
- Избавиться от распространенных источников ошибок и повысить качество данных в спектрометрии ИСП.
- Решить проблемы переноса методик спектрометрии ИСП на новые области исследований, новые типы проб и новые примеси.

Дополнительная информация и регистрация:

[Серия вебинаров Agilent об погрешностях и помехах в ИСП-ОЭС и ИСП-МС](#)

## Последние публикации Agilent на тему ИСП-МС

- **Методические рекомендации:** Elemental Impurity Analysis of Sterile Artificial Tear Eye Drops Following USP <232>/<233> and ICH Q3D/Q2(R1) Protocols on the Agilent 7900 ICP-MS, [5994-1561EN](#)
- **Методические рекомендации:** Direct Analysis of Ultratrace Rare Earth Elements in Environmental Waters by ICP-QQQ: Measure emerging pollutants in river water using the Agilent 8900 ICP-QQQ in MS/MS mass-shift mode, [5994-1785EN](#)
- **Краткий методический обзор:** Analysis of 15 nm Iron Nanoparticles in Organic Solvents by spICP-MS: Using the exceptional sensitivity and low background of the Agilent 8900 ICP-QQQ, [5994-1747EN](#)
- **Краткий методический обзор:** Routine Detection of Nanoparticles in Infant Formula using Single Particle ICP-MS: Identifying 13 major and trace element-containing nanoparticles using an Agilent 7800 ICP-MS, [5994-1748EN](#)

Информация в этом документе может быть изменена без уведомления.

© Agilent Technologies, Inc. 2020  
Напечатано в США 27 апреля 2020 г.  
5994-1842RU  
DE.0904050926

