

EXPEC Линейки продуктов



Полностью автоматическая система анализа тяжёлых металлов



SUPEC 7000 ИСП-МС

Новая отправная точка неорганической масс-спектрометрии



ТОО "Quantum KZ"
Республика Казахстан, г.Усть-Каменогорск, ул.М.Горького, д.57, оф.307
info@quantum.kz



ICP-MS третьего поколения: непрерывные инновации и прогресс.

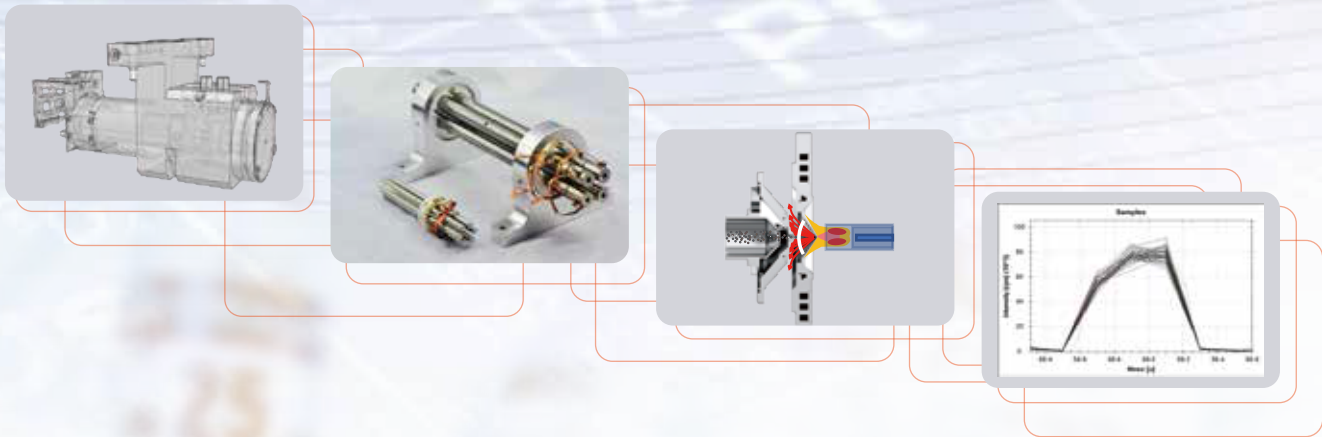
Масс-спектрометр с индуктивно-связанной плазмой SUPEC 7000 отличается высокой чувствительностью и надёжностью. Система была разработана после преодоления ключевых технических сложностей в области масс-спектрометрии, таких как:

- Контроль газовых потоков в высокотемпературной среде;
- Многоступенчатый градиентный вакуум;
- Высокочувствительные ионные интерфейсы;
- Распределённые ячейки столкновений/реакций;
- Квадрупольный масс-анализатор, устойчивый к перепадам температуры и влажности.

Прибор интегрируется с методами жидкостной хроматографии (ВЭЖХ), системами онлайн-разбавления газа, автоматического быстрого ввода, лазерной абляции и другими специализированными технологиями. Программное обеспечение Element V с библиотекой стандартных методик и автонастройкой значительно упрощает работу оператора.



3-е Поколение высокочувствительного и стабильного ИСП-МС SUPEC 7000 Серии



SUPEC 7000 типичные особенности

Благодаря постоянным инновациям в разработке продукции, серия SUPEC 7000 предлагает более высокую скорость анализа, более высокую чувствительность, лучший эффект подавления помех, а также специализированную конструкцию, упрощающую применение!

Превосходная чувствительность:

Оптимизированный ионный интерфейс на стыке термической плазмы и вакуума (на основе аэродинамического моделирования) повышает чувствительность в 3–5 раз. Пределы обнаружения на уровне ppt (частей на триллион) идеально подходят для анализа особо чистых веществ.

Исключительная солеустойчивость:

Возможность прямого ввода проб с содержанием солей до 10% благодаря моделированию флюидных потоков, двум смещённым осям (off-axis) и мощному автоколебательному твердотельному ИСП-источнику.

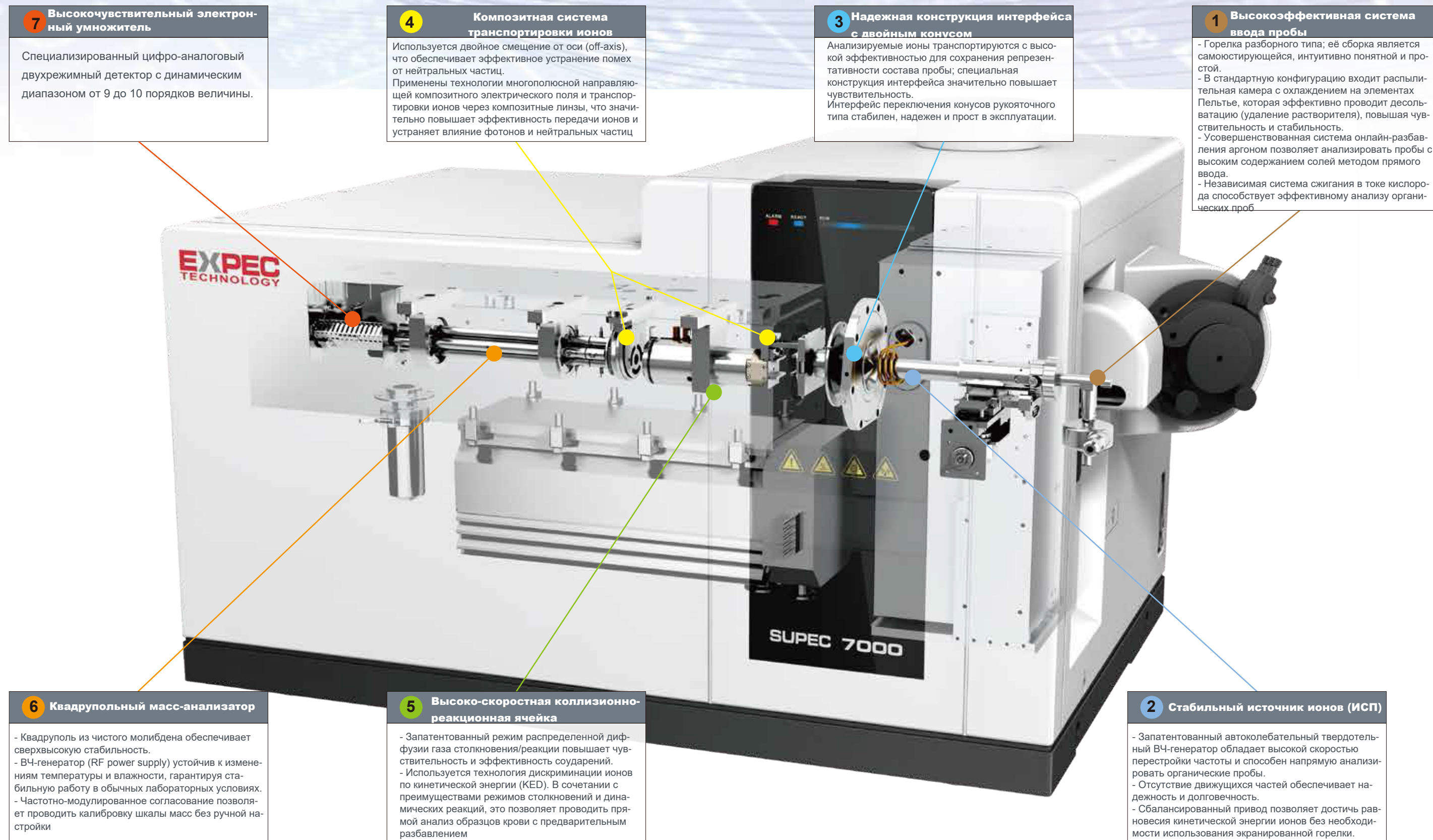
Уникальная мобильность:

SUPEC 7000 на данный момент единственный ИСП-МС, способный работать в мобильных лабораториях (на борту транспортных средств). Конструкция устойчива к вибрациям и прошла испытания в реальных дорожных условиях на дистанциях в десятки тысяч километров.

Специализированные решения для сложных задач:

- Полностью автоматические системы анализа тяжёлых металлов в почвах и фильтрах.
- Онлайн-мониторинг тяжёлых металлов в поверхностных водах и атмосферных аэрозолях.
- Система онлайн-мониторинга содержания тяжёлых металлов в атмосферных частицах.
- Система анализа форм тяжёлых металлов на основе ВЭЖХ/ИСП-МС
- Прямой ввод твёрдых проб для анализа тугоплавких материалов.
- Система онлайн-мониторинга на гидрометаллургических процессах
- Мониторинг металлов-примесей в реагентах для полупроводниковой промышленности
- Контроль радионуклидов в опасных зонах.

Новая отправная точка в неорганической масс-спектрометрии



7 **Высокочувствительный электронный умножитель**

Специализированный цифро-аналоговый двухрежимный детектор с динамическим диапазоном от 9 до 10 порядков величины.

4 **Композитная система транспортировки ионов**

Используется двойное смещение от оси (off-axis), что обеспечивает эффективное устранение помех от нейтральных частиц. Применены технологии многополюсной направляющей композитного электрического поля и транспортировки ионов через композитные линзы, что значительно повышает эффективность передачи ионов и устраняет влияние фотонов и нейтральных частиц

3 **Надежная конструкция интерфейса с двойным конусом**

Анализируемые ионы транспортируются с высокой эффективностью для сохранения репрезентативности состава пробы; специальная конструкция интерфейса значительно повышает чувствительность. Интерфейс переключения конусов рукояточного типа стабилен, надежен и прост в эксплуатации.

1 **Высокоэффективная система ввода пробы**

- Горелка разборного типа; её сборка является самоочищающейся, интуитивно понятной и простой.
- В стандартную конфигурацию входит распылительная камера с охлаждением на элементах Пельтье, которая эффективно проводит десольватацию (удаление растворителя), повышая чувствительность и стабильность.
- Усовершенствованная система онлайн-разбавления аргоном позволяет анализировать пробы с высоким содержанием солей методом прямого ввода.
- Независимая система сжигания в токе кислорода способствует эффективному анализу органических проб

6 **Квадрупольный масс-анализатор**

- Квадруполь из чистого молибдена обеспечивает сверхвысокую стабильность.
- ВЧ-генератор (RF power supply) устойчив к изменениям температуры и влажности, гарантируя стабильную работу в обычных лабораторных условиях.
- Частотно-модулированное согласование позволяет проводить калибровку шкалы масс без ручной настройки

5 **Высоко-скоростная коллизионно-реакционная ячейка**

- Запатентованный режим распределенной диффузии газа столкновения/реакции повышает чувствительность и эффективность соударений.
- Используется технология дискриминации ионов по кинетической энергии (KED). В сочетании с преимуществами режимов столкновений и динамических реакций, это позволяет проводить прямой анализ образцов крови с предварительным разбавлением

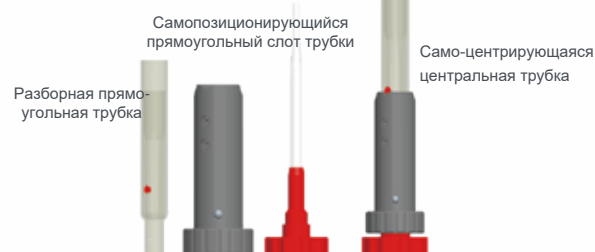
2 **Стабильный источник ионов (ИСП)**

- Запатентованный автоколебательный твердотельный ВЧ-генератор обладает высокой скоростью перестройки частоты и способен напрямую анализировать органические пробы.
- Отсутствие движущихся частей обеспечивает надежность и долговечность.
- Сбалансированный привод позволяет достичь равновесия кинетической энергии ионов без необходимости использования экранированной горелки.

1 Эффективная система ввода пробы

Разборная горелка

- Полностью разборная конструкция с самоочищающейся установкой.
- Упрощенный дизайн значительно снижает эксплуатационные расходы.
- Для различных задач (анализ органики, проб с высоким содержанием солей, работа с плавиковой кислотой HF) требуется замена только центральной трубки.



Охлаждение на элементах Пельтье (включено в базовую конфигурацию)

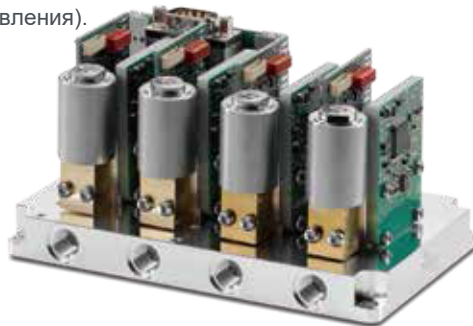
Система ввода штатно оснащена модулем охлаждения TEC, что повышает стабильность при работе с органическими растворителями и снижает уровень оксидных помех.



Система полного контроля газовых потоков (MFC)

Высокоточные цифровые контроллеры массового расхода (MFC) с погрешностью <0,5%.

Возможность установки до 7 каналов MFC (плазмообразующий, вспомогательный, газ-носитель, газы для ячейки столкновений, добавочный кислород и аргон для разбавления).



Подача пробы 12-роликовым высокоточным перистальтическим насосом

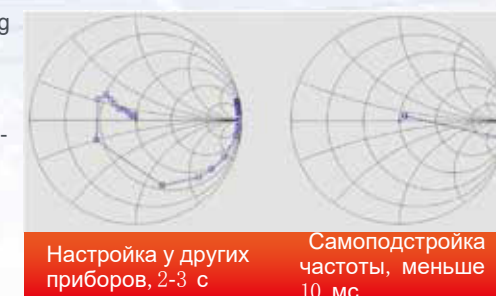
12-роликовый высокоточный насос в стандартной комплектации. Доступны трубки из различных материалов (PVC, Solva, Tygon, Viton) для работы с агрессивными и органическими средами.



2 Стабильный источник ионов (ИСП)

Запатентованный автоколебательный твердотельный генератор

- Не требует согласующего устройства (matching box).
- Миллисекундная скорость подстройки частоты под изменения нагрузки плазмы предотвращает её погасание.
- Позволяет напрямую вводить летучие органические растворители (100% ацетонитрил, 100% метанол) и буферные соли
- Сбалансированный привод: Снижает разброс кинетической энергии ионов и подавляет генерацию вторичных ионов без использования защитного экрана горелки



ВЧ генератор

Режим ожидания

- Автоматический переход в режим пониженного потребления энергии и аргона в перерывах между анализами



3 Надежный ионный интерфейс с двойным конусом

Оптимизированная конструкция

- Обеспечивает эффективный переход ионов из зоны атмосферного давления (сверхвысокие температуры) в зону высокого вакуума, снижая при этом нагрузку на вакуумную систему

Аэродинамическое моделирование

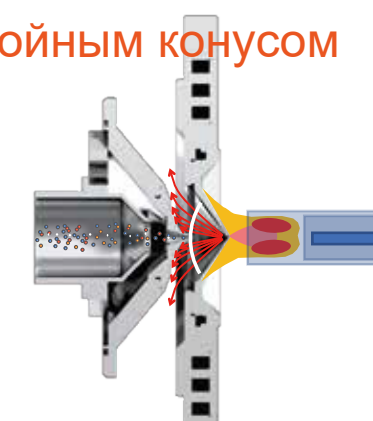
- Дизайн конусов оптимизирован с помощью моделирования газовых потоков, что уменьшает отложение солей и повышает чувствительность

Экстракционная линза

- Допускает подачу напряжения от -200 до +5 В.
- Положительное напряжение позволяет полностью отсечь поток ионов в режиме ожидания для защиты оптической системы от загрязнения

Система быстрой замены конусов

- Инновационная рукояточная система с блокировкой для защиты от ошибок оператора.
- Позволяет обслуживать конусы легко и быстро без сброса вакуума в основной системе



Система быстрой замены конусов

Новая отправная точка в неорганической масс-спектрометрии

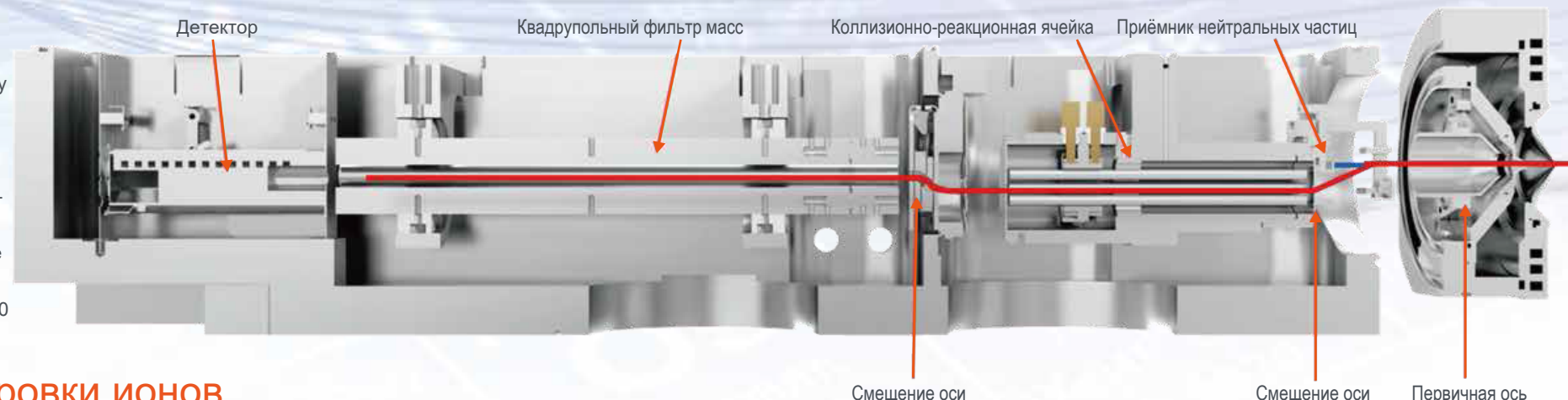


Превосходные характеристики достигаются благодаря превосходной ионной оптике.

Высокоэффективная ионно-оптическая система

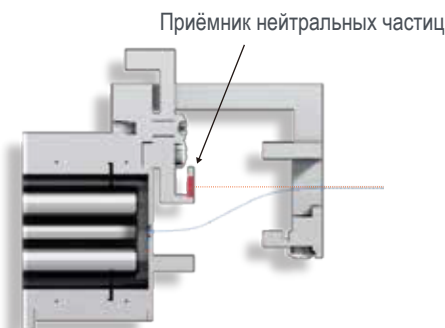
- Двойной конусный интерфейс обеспечивает эффективную транспортировку анализируемых ионов.
- Две внеосевые части спереди и сзади эффективно устраняют мешающие частицы (нейтральные частицы, электроны, фотоны).
- Запатентованная технология коллизионно-реакционной ячейки и распределенная система ввода минимизируют помехи.
- Квадрупольный масс-анализатор из чистого молибдена является наиболее стабильным вариантом для масс-спектрометрии высокого разрешения.
- Динамический диапазон двухрежимного дискретного динода достигает 9–10 порядков величины.

4 Композитная система транспортировки ионов



Уникальный ионный канал

- Благодаря технологиям интерфейса канал может гибко настраиваться на режим высокой чувствительности или режим солеустойчивости.
- Материал конусов: Доступны конусы из никеля (Ni) или платины (Pt).
- Режим высокой солеустойчивости: Обеспечивает стабильность при длительном анализе проб с высоким содержанием солей.
- Режим высокой чувствительности: Позволяет выполнять высокопроизводительный анализ различных типов проб



Открытая ионная отклоняющая линза

- Открытая ионная отклоняющая линза: Улучшает коэффициент пропускания ионов и, следовательно, чувствительность.

Специальная система приёма нейтральных частиц: Позволяет очищать ионную линзу без необходимости её замены

5 Высокоскоростная коллизионно-реакционная ячейка (CRC)

- Компактность и эффективность: Ячейка с комбинированным электрическим полем отличается малым объемом и высокой эффективностью переноса ионов.
- Запатентованная система распределенной диффузии: Обеспечивает равномерное распределение газа в ячейке, что значительно повышает эффективность столкновений и чувствительность.
- Разделение ионов по кинетической энергии (KED): Обеспечивает превосходное подавление спектральных помех.
- Клиническое применение: Возможность прямого анализа проб крови или сыворотки с разбавлением, благодаря высокой помехоустойчивости



6 Прецизионный квадрупольный масс-анализатор

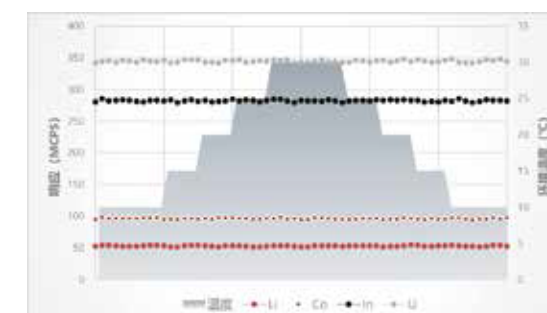
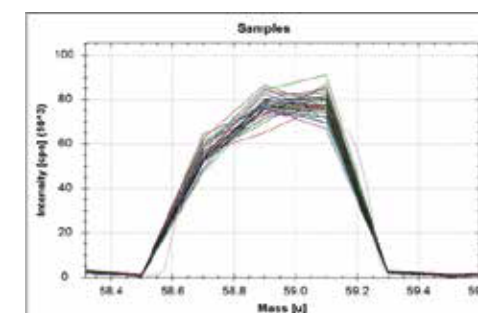
Уникальный квадруполь из чистого молибдена

- Молибден — металл с наилучшей термической стабильностью
- Масс-фильтры из чистого молибдена демонстрируют лучшие показатели в зоне стабильности уравнения Маттье
- Стабильность: Высокая точность изготовления гарантирует идеальное качество и стабильность масс-координат (осей)



Устойчивый к резким изменениям температуры и влажности источник питания для масс-спектрометрии.

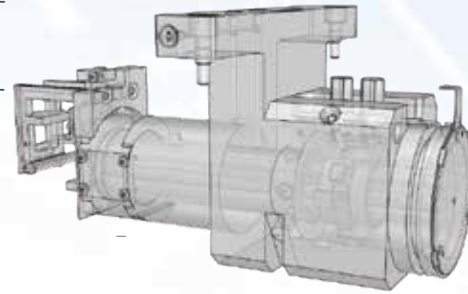
- Адаптивная настройка: Запатентованная технология замкнутого цикла адаптивной регулировки двухканальных ВЧ-источников питания повышает общую стабильность системы.
- Рабочие условия: Технология защиты от переменной влажности и температуры позволяет прибору работать в диапазоне $(15-35) \text{ }^{\circ}\text{C}$ и $(20-80)\%$ отн. влажности



Режим столкновений + KED для устранения масс-спектрометрических помех.

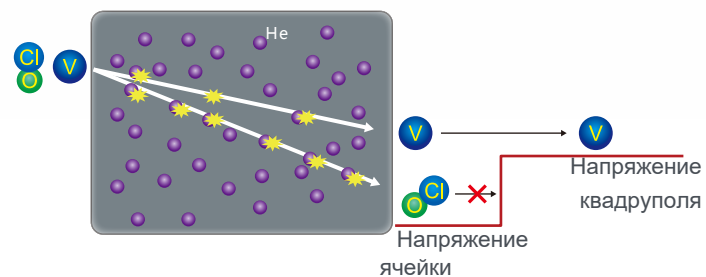
В ИСП многоатомные ионы (полиатомные интерференции), образующиеся из растворителя и матрицы образца, могут вызывать серьезные помехи при определении целевых аналитов. Для решения этой проблемы в квадрупольных ИСП-МС приборах используется технология коллизионно-реакционной ячейки (CRC).

Гексапольная система: SUPEC 7000 оснащён новой гексапольной (шестипольной) системой ячейки, которая значительно повышает эффективность устранения помех за счёт соударений, сохраняя при этом высокую эффективность пропускания ионов.

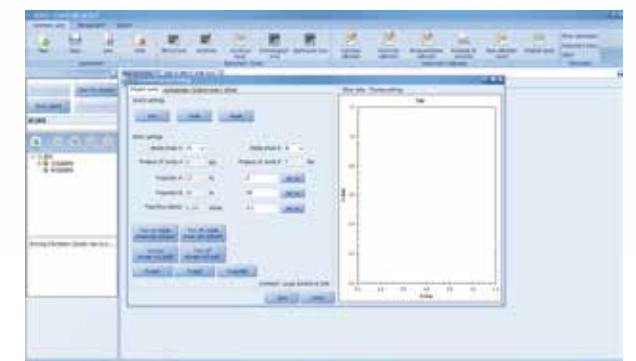
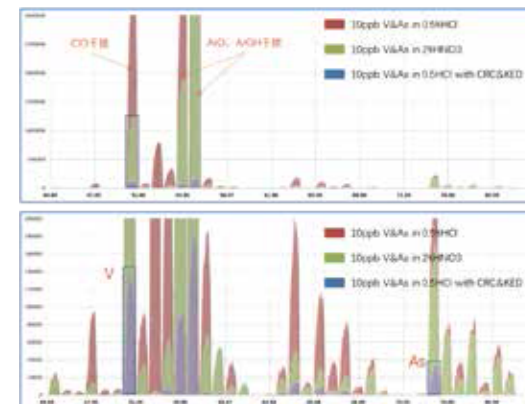


В ИСП многоатомные ионы (полиатомные интерференции), образующиеся из растворителя и матрицы образца, могут вызывать серьезные помехи при определении целевых аналитов. Для решения этой проблемы в квадрупольных ИСП-МС приборах используется технология ячейки столкновений/реакции (CRC).

Принцип работы режима дискриминации по кинетической энергии (KED): При каждом столкновении с атомом гелия (${}^4\text{He}$) измеряемый ион и мешающий многоатомный ион теряют одинаковое количество энергии. Однако, так как многоатомный ион больше по размеру, вероятность его столкновения с атомами газа в ячейке выше. На выходе из ячейки кинетическая энергия аналита и мешающего иона становится разной из-за разного количества столкновений. Мешающий многоатомный ион блокируется потенциальным барьером на входе в квадруполь из-за большой потери энергии и не попадает в масс-анализатор.



Пример: Определение следовых количеств ванадия (V) в пробах крови часто затруднено из-за помех от ионов ClO_4^- . Обычные ячейки с трудом определяют V на уровне 0,1 ppb, но запатентованная гексапольная ячейка SUPEC 7000 в режиме KED справляется с этой задачей идеально



Программное обеспечение Element V:

- Визуальный мониторинг работы: Отображение ключевых рабочих параметров в режиме реального времени.
- Система защитных блокировок (Interlock): Контроль всех критических узлов во время работы плазмы (поток аргона, охлаждающая вода, вентиляция, состояние горелки, уровень отработанной жидкости и температура).
- Библиотека методов: Встроенные стандартные методики и режим автонастройки значительно снижают порог входа для оператора.
- Интеграция: Поддержка совместной работы с жидкостными хроматографами (ЖХ-ИСП-МС) для анализа форм химических элементов (специации).





Перистальтический насос	3 канала, 12 роликов
Распылитель	опционально MicroPFA
Распылительная камера	Кварцевая циклонная камера распыления, охл.до -10 С
ВЧ генератор	Самовозбуждаемый твердотельный 27.12 МГц 700Вт-1600Вт (500Вт-1600Вт опционально) Искусственное заземление, без экранирующего кольца.
Горелка	Самоцентрирующаяся разборная горелка
Контроллер потока газов	4, опционально - 7 (4: Плазма, Вспомог.газ, Газ носитель, 1 реакционный газ/ опционально дополнительный реакц.газ, он-лайн разбавл.Аргон, доп.кислород)
Конус сэмплера	Стандарт: Ni конус Опция: Pt конус
Конус скиммера	Стандарт: Ni конус Опция: Pt конус
Система линз	Вытяжная линза, регулируемое напряжение от -200 до +5 В, линия подачи газа He/H2.
Гексапольная реакционная система	Доступен запатентованный режим распределенной диффузии газа при столкновениях/реакциях с кинетическим энергетическим различием (KED).
Квадруполь	Чистый молибден
Диапазон масс	2-260 а.е.м
Разрешение	0.3-0.8 настройка а.е.м
Детектор	Двухрежимный диодный детектор
Динамический диапазон	10 порядков
Вакуумная система	1 механический насос + 2 молекулярных насоса Вакуумная самозакрывающаяся технология
ПО	ПО Element V. Визуализированный мониторинг состояния в режиме реального времени Доступна интеграция с LC-ICPMS

Параметры		SUPEC 7000 Заводская производительность	SUPEC 7000 Обычная производительность
Чувствительность (Mcps/ppm)	Li	10	>50
	Co	20	
	In	60	>300
	U	80	>350
Предел обнаружения (3δ,ppb)	Li	10	<2
	In	2	<0.1
	U	2	<0.1
Кратковр.стаб (20мин)		<2%	<2%
Длит.стаб. (2ч)		<3%	<3%
Разделение оксидов (CeO/ Ce)		<3%	<2.5%
Двойной заряд(2+Ba/ +Ba)		<3%	<3%
Точность определения изотопного соотношения (¹⁰⁷ Ag/ ¹⁰⁹ Ag)			<0.2%
Диапазон масс (а.е.м)			2~260
Фоновый шум (220 а.е.м)			0.5cps