

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРИГОТОВЛЕНИЮ  
СТАНДАРТНЫХ РАСТВОРОВ ДЛЯ АТОМНО-  
АБСОРБЦИОННОГО АНАЛИЗА С ПРИМЕНЕНИЕМ  
СПЕКТРОМЕТРА А-2**

## ЧАСТЬ 1

- Введение
- Теоретические основы
- Атомно-абсорбционный анализ
- Атомно-эмиссионный анализ

### Введение

Атомно-абсорбционный анализ в настоящее время получил широкое распространение в различных областях промышленных и научных исследований. Сейчас атомно-абсорбционный анализ реализуется в трех вариантах – пламенный, электротермический и гидридный. Следует отметить, что каждый из вариантов анализа обладает определенными отличительными особенностями в силу своего физического смысла. Пламенный вариант, наиболее широко распространенный и экономически доступный, позволяет определять концентрации различных элементов в диапазоне 1000-1 мг/л. Электротермический вариант предназначен для анализа следовых количеств различных элементов (500-0,1 мкг/л). Гидридный метод предназначен для анализа элементов, образующих легколетучие гидриды.

### Теоретические основы

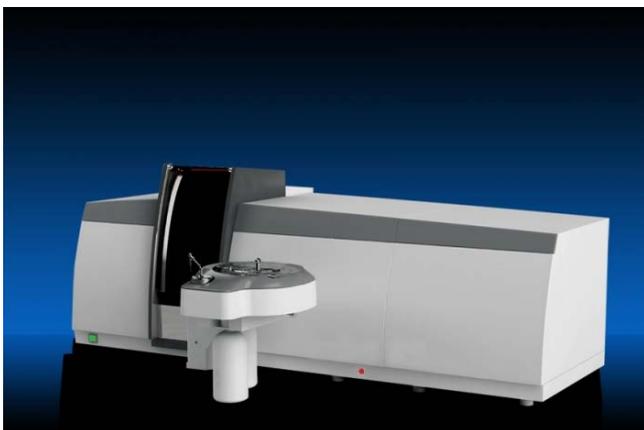
#### *Атомно-абсорбционный анализ*

В качестве источника света в спектральном приборе используются **лампы с полым катодом** (ЛПК). Катод такой лампы имеет покрытие из элемента, концентрацию которого требуется определить. ЛПК излучает свет определенной длины волны, при этом поток направлен через атолизатор (горелку, графитовую печь или кварцевую колбу гидридного атолизатора). Образец вводится в атолизатор и под влиянием высокой температуры вещества, содержащиеся в образце, переходят в атомарное состояние. Свободные атомы поглощают энергию, излучаемую ЛПК, и переходят из основного электронного состояния в возбужденное. Количество поглощенной энергии фиксируется и используется далее для количественного анализа определяемого элемента.

#### *Атомно-эмиссионный анализ*

Для количественного определения некоторых элементов, в основном при работе с большими длинами волн, используется режим пламенной эмиссии. В этом случае не требуется ЛПК, поскольку в рамках данного метода исследуется атомная эмиссия (излучение атомов) в пламени. При вводе анализируемой пробы в атолизатор, атомы переходят в возбужденное электронное состояние. В возбужденном состоянии атомы крайне нестабильны и практически

мгновенно возвращаются в основное электронное состояние, при этом испуская электромагнитное излучение. Интенсивность спектральных линий эмиссии также пропорциональна числу атомов исследуемого элемента и может быть использована для количественного анализа.



## ЧАСТЬ 2

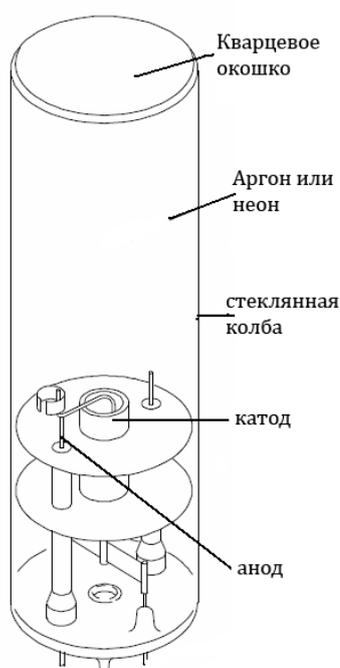
- Оборудование
- Источник света
- Пламенный атомизатор
- Оптические элементы
- Детектор
- Обработка сигнала и сбор данных

### Оборудование

#### *Источник света*



В качестве источника света в атомно-абсорбционной спектроскопии используется **лампа с полым катодом (ЛПК)**. ЛПК содержит катод, изготовленный из элемента, для которого требуется выполнить измерения, или же из сплава, включающего этот элемент. Катод защищен экранирующим корпусом. Также в лампе содержится и анод. Данная пара электродов помещена в запаянную колбу, содержащую инертный газ – аргон или неон. ЛПК с аргонem дает синие излучение, ЛПК с неоном – красное. В торцевой части лампы установлено кварцевое окошко, обеспечивающее наиболее полное пропускание излучения ЛПК.



Катод ЛПК как правило изготовлен из чистого элемента (в случае одноэлементной лампы). Производители оборудования предлагают до 60 видов таких ламп. Также допустимо применять и многоэлементные ЛПК, катоды в которых изготовлены из сплавов анализируемых элементов. Такие лампы позволяют определять несколько элементов в сложном образце, однако, интенсивность их излучения и срок службы ниже, чем у одноэлементных ЛПК. Следует отметить, что не все элементы возможно объединить в одну ЛПК, поскольку такой сплав не будет стабильным.

ЛПК являются стабильным узкополосным источником света, идеальным для атомно-абсорбционного эксперимента.

Интенсивность излучения ламп может варьироваться с помощью изменения тока накала. Для большинства ламп рабочий интервал тока накала варьируется в диапазоне 1-12 мА, однако, наиболее оптимальные значения силы тока зависят от условий измерения. В случае слишком большого значения тока накала большая интенсивность источника излучения приведет к уширению испускаемого луча, что в свою очередь может привести к потерям излучения на атомизаторе в следствие расфокусировки. В случае слишком малого значения тока накала источник света становится нестабильным, что приводит к увеличению напряжения на усилителе детектора, и, следовательно, к появлению шумов.

Для нахождения наиболее оптимального значения тока накала лампы рекомендуется провести измерение уровня сигнала атомной абсорбции наиболее концентрированного стандартного раствора и выбрать то значение тока накала, при котором сигнал будет стабильным, и также будет принимать наибольшие значения. При правильной эксплуатации ЛПК лампа может прослужить до 5000 мА/часов. В случае исследования легколетучих элементов (Pb, Ag, Cd) рекомендуется выполнять измерения при как можно более низком значении тока накала лампы, особенно при использовании коррекции фона по Смиуту-Хифти.

### **Пламенный атомизатор**

Пламенный атомизатор состоит из горелки, камеры смешения и распылителя.

Горелка изготовлена из титана и имеет щель для пламени длиной 100 или 50 мм (в зависимости от горелки). Также имеется горелка в 3-щелевом варианте. Горелка устанавливается непосредственно над

распылительной камерой, соединение герметизируется с помощью образных колец. Для атомно-абсорбционного эксперимента в зависимости от исследуемого элемента применяется три вида пламени: пламя ацетилен - воздух, ацетилен - закись азота и пропан-бутановая смесь – воздух.

Для пламени ацетилен – воздух используется стандартная 100-мм горелка, при этом температура пламени составляет примерно 2300 °С (в зависимости от потока горючего газа). В зависимости от состава горючей смеси существует три вида пламени.

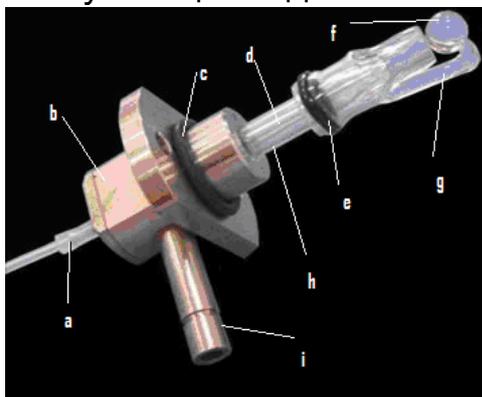
- **Окислительное пламя** Данный вид пламени содержит малое количество горючего компонента. При наблюдении заметна синяя линия над профилем горелки. Данный вид пламени используется при анализе легко атомизирующихся элементов.
- **Восстановительное пламя** Данный вид пламени обогащен горючими компонентами. При горении такого пламени образуется много свободных атомов водорода и углерода, способствующих разрыву кислородсодержащих связей, к примеру, при анализе хрома, олова и т.п. При наблюдении данное пламя имеет желтый или белый цвет.
- **Стехиометрическое пламя** Данный вид пламени имеет среднюю степень обогащения горючими компонентами. При наблюдении данное пламя имеет синий цвет с прозрачно-желтоватой каймой. Данный тип пламени используется для анализа тяжело атомизирующихся элементов, к примеру, железа.

Некоторые элементы, к примеру, медь, легко атомизируются в пламенном варианте в любых условиях. Растворы меди легко доступны, элемент обладает большой чувствительностью, не зависящей от состава пламени. Благодаря таким характеристикам растворы меди используются для настройки, оптимизации и поверки атомно-абсорбционного спектрометра.

Камера смешения изготовлена из инертного материала (PTFE) и предназначена для смешения газов с аэрозолем из распылителя и доставки этой смеси к горелке. Аэрозоль поступает через щель горелки и разогревается пламенем. Чрезвычайно важным является герметизация соединения камеры смешения с горелкой, это необходимо для того, чтобы исключить поступление воздуха в

систему и достичь необходимого давления.

К входу в камеру смешения также с помощью о-образного кольца присоединяется распылитель. Стандартный распылитель работает в режиме поперечного потока, то есть с помощью воздушного потока, поступающего вдоль капилляра, раствор втягивается в распылитель.



- a: входной гибкий капилляр (для образца)
- b: металлический корпус
- c: о-образное кольцо
- d: капилляр
- e: о-образное кольцо
- f: стеклянный шарик
- g: держатель стеклянного шарика
- h: выходная стеклянная трубка распылителя
- i: входной капилляр (для воздуха)

Входной капилляр для образца присоединяется к внутреннему капилляру распылителя и служит в качестве насоса для исследуемого раствора. Образец поступает в распылитель и образующийся аэрозоль разбивается в мелкодисперсную взвесь на стеклянном шарике. Следует отметить, что в камеру смешения поступает не более 10% исходного образца, при этом остальные 90% в виде крупных капель поступают в емкость для отходов. Около 10% исходного образца смешиваются затем с горючей газовой смесью и поступают в горелку. При этом только 0.1% образца превращается в свободные атомы. Как видно, такая система атомизации обладает довольно низкой эффективностью.

Отходы попадают в емкость для отходов через специальную ловушку, выполняющую функцию одноходового крана. Таким образом, даже во время слива отходов камера смешения защищена от попадания атмосферного воздуха.

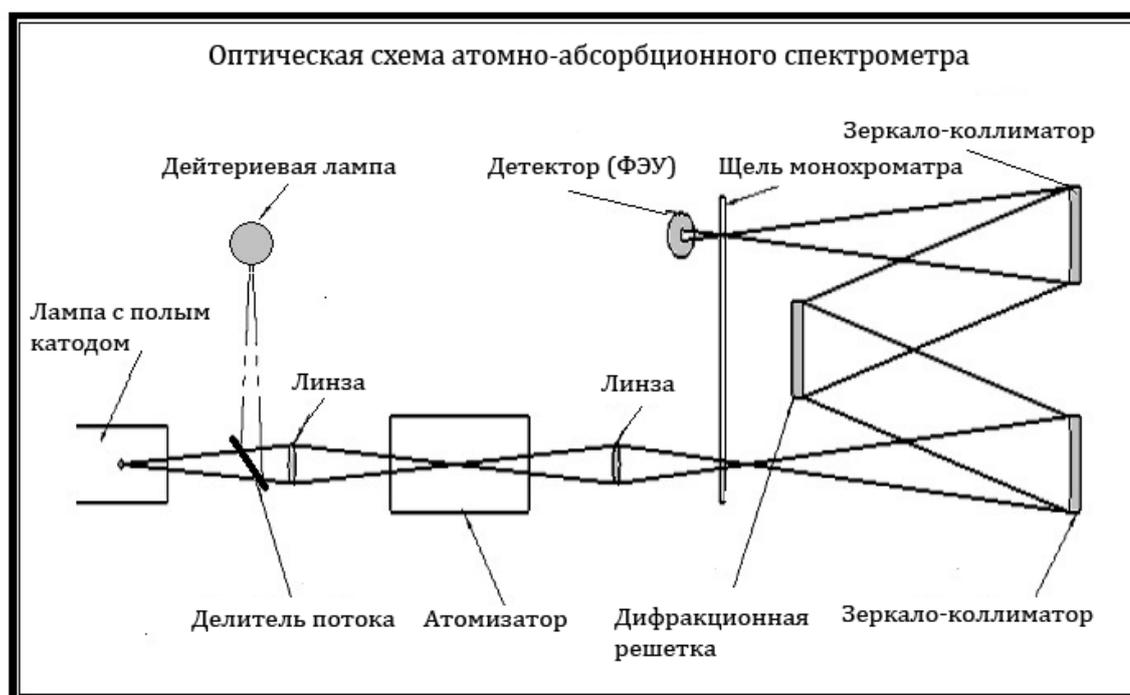
Для элементов с повышенными температурами атомизации (титан, алюминий) может использоваться пламя ацетилен – закись азота. Для данного типа пламени используется горелка с длиной щели 50 мм. В этом случае пламя может достигать температур 3100 °С. Данным типом пламени довольно трудно управлять, поэтому проводить эксперименты с ним рекомендуется только персоналу, обладающему необходимой квалификацией. При работе с пламенем ацетилен – закись азота всегда следует обращать внимание на то, что во время эксперимента на горелке образуется сажа, содержащая частицы твердого углерода. Во избежание проскока пламени в камеру смешения необходимо удалять сажу. Современные атомно-абсорбционные спектрометры обладают необходимыми системами защиты для того, чтобы избежать проскока пламени в камеру смешения.

Третий тип пламени – это пламя пропан-бутановая смесь – воздух. Данное пламя обладает низкой температурой (ниже 2000 °С) и требует трехщелевой горелки. Пламя используется для анализа элементов с низкими температурами атомизации.

### Оптические элементы

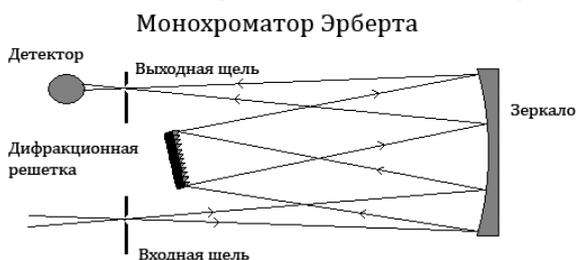
В атомно-абсорбционной спектроскопии используется только высококачественные оптические элементы, обладающие низкими уровнями потерь, высокой стабильностью и высокой точностью для обеспечения качества измерений. В этой связи в оптических схемах используется минимальное число зеркал.

Световой поток из источника света направлен вдоль атомизатора, фокусируясь с помощью линзы на середине щели горелки или на центре графитовой печи. Затем поток проходит через вторую линзу, фокусируясь на входной щели монохроматора. Фокусные расстояния могут варьироваться в зависимости от длины волны благодаря показателю преломления линз. От этого эффекта позволяют избавиться макро-линзы, установленные во всех современных атомно-абсорбционных спектрометрах. Линзы изготавливаются из кварцевого стекла и имеют хорошее значение коэффициента пропускания во всем спектральном диапазоне (190-900 нм). Такие линзы обладают показателем преломления, наиболее оптимальным для измерений при 250 нм – в области спектра, где сосредоточено большинство аналитических линий различных элементов.



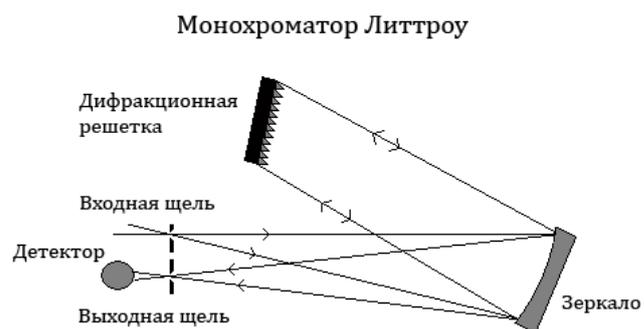
Затем свет попадает на входную щель монохроматора, где из всего спектра с помощью дифракционной решетки выделяется узкая аналитическая линия требуемой длины волны. Как правило, в

настоящее время используется монохроматор Черни-Тернера. Он содержит входную щель, зеркала-коллиматоры, дифракционную решетку и выходную щель. Данный тип монохроматора применяется в атомно-абсорбционном спектрометре А-2.



Также в спектрометрах может использоваться и монохроматор Эрберта, обладающий всего одним зеркалом. Такая система дешевле монохроматора Черни-Тернера, но она более сложна в настройке.

Также в атомно-абсорбционных спектрометрах может использоваться еще один тип монохроматора – это монохроматор Литтроу. По дизайну он аналогичен монохроматору Эрберта, однако для фокусировки на дифракционной решетке и на детекторе используется одна и та же часть зеркала.



Монохроматор Черни-Тернера, установленный в спектрометре А-2 имеет голографическую дифракционную решетку, обладающую достаточной светосилой и высоким спектральным разрешением. Свет, после попадания на входную щель монохроматора, отражается от зеркала-коллиматора одновременно фокусируясь на дифракционной решетке. При попадании на решетку свет разлагается на спектр, в котором точно выделяется требуемая длина волны. После монохроматора свет попадает на второе зеркало-коллиматор, затем на выходную щель монохроматора, и, наконец на детектор. Для выделения требуемых длин волн дифракционная решетка снабжена механическим приводом. Точность установки длины волны обеспечивается калибровкой монохроматора по спектральным линиям спектра ртутной ЛПК. Входная и выходная щели монохроматора имеют различную ширину, которая синхронно варьируется от 0.1 до 2 нм. Щели предназначены для ограничения наблюдаемого спектра с целью повышения разрешения аналитических линий, а также для избавления от взаимных влияний других спектральных линий. Некоторые элементы содержат аналитические линии, расположенные весьма близко к мешающим линиям спектра. Для таких элементов требуется уменьшить ширину щели. В том случае, если рядом с аналитической линией не содержатся мешающие линии, то

рекомендуется работать при высокой ширине щели.

### Детектор



В атомно-абсорбционной спектроскопии в качестве детектора наиболее широко используется фото-электроумножитель. Этот детектор обладает чрезвычайно высокой чувствительностью к свету и обеспечивает повышение силы тока пропорционально интенсивности падающего света. Детектор состоит из фотокатода и линейки линодов, нанесенных на стеклянную подложку. Усиление ФЭУ зависит от числа динодов и ускоряющей разности потенциалов. Электропитание на ФЭУ поддерживается в интервале от -300 до -1000 В (постоянный ток).

ФЭУ – это чрезвычайно стабильное устройство, в высокой мере пригодное для света низкой интенсивности, в том числе для атомной абсорбции.

### Обработка сигнала и сбор данных

Завершающей частью принципиальной схемы атомно-абсорбционного спектрометра является блок сбора и обработки данных. Данный блок преобразует аналоговый сигнал фотоэлектроумножителя в цифровой сигнал. Сигнал обрабатывается платой АЦП и цифровые данные передаются на персональный компьютер с помощью коммуникационного интерфейса.

## ЧАСТЬ 3

- Способы атомизации
- Пламенный способ
- Электротермический способ
- Ртутно-гидридный способ

### Способы атомизации

В настоящее время для атомно-абсорбционной спектроскопии существует три способа атомизации пробы. Каждый из этих способов имеет свои положительные и отрицательные стороны. Для того, чтобы определить требуемый способ атомизации, следует учитывать некоторые факторы:

- Предел обнаружения элемента
- Рабочий диапазон
- Скорость анализа
- Автоматизацию анализа
- Объем пробы

- Стоимость обеспечения анализа
- Точность результатов
- Разработку методики

### Пламенный способ

Пламенный способ атомизации применяется как стандартная техника для решения общих задач. Пределы обнаружения элементов в данном случае составляют единицы ppm (следовые количества), при этом, атомизации подвергаются, как правило все элементы. В таком случае, для легко ионизирующихся элементов может применяться пламя ацетилен - воздух, пламя ацетилен – закись азота используется для более трудно ионизирующихся элементов. Пламя пропан-бутановая смесь – воздух используется для анализа щелочных металлов. Для постановки метода требуется дополнительное оборудование: компрессор, обеспечивающий воздушный поток без следов масла, баллон с ацетиленом высокой чистоты (для фотометрии) и систему вытяжной вентиляции для удаления продуктов горения над атомизатором. После успешной установки эта система является самым простым способом реализации атомной абсорбции для рутинного анализа. Система может быть автоматизирована с помощью установки автосэмплера, однако, в случае использования пламени ацетилен – закись азота, рекомендуется эксплуатация в ручном режиме. Пламенный способ атомизации характеризуется следующими особенностями:

Положительные особенности	Отрицательные особенности
Хорошая точность (СКО менее 1%)	Высокие пределы обнаружения (ppm)
Динамический диапазон – более $10^3$	Большое влияние матричных компонентов, химические влияния
Хорошая чувствительность	Процессы ионизации не редки
Производительность – 1 образец за 10 секунд	Большой объем образца (около 0,5 мл)
Простота использования	Не более 3% нерастворимых веществ
Простота разработки методик	Трудность полной автоматизации
Доступная оптимизация	Требуются горючие газы
Низкая цена ввода в эксплуатацию	
Низкая стоимость анализа	

### Электротермический способ

Для реализации электротермического способа потребуется заменить горелку на графитовую печь. Данный способ применяется для измерения крайне малых концентраций исследуемых веществ.

Из-за низких пределов обнаружения данный метод также характеризуется небольшой прецизионностью. Для установки дополнительно потребуется аргон высокой чистоты, а также водяной циркуляционный охладитель. Ключевым моментом метода также является обеспечение электропитания. Для этого потребуется отдельная линия, поддерживающая силу тока до 40А. После установки потребуется затратить некоторое время на отладку и оптимизацию условий измерений. При рутинном использовании следует обратить внимание на то, что данный метод гораздо более медленный, чем пламенный вариант. Также следует помнить о том, что графитовые печи имеют срок годности и способны обеспечить 500-900 актов атомизации. Несмотря на это, систему, работающую в электротермическом варианте, можно легко автоматизировать и оставить работать без участия оператора. Электротермический способ атомизации характеризуется следующими особенностями:

Положительные особенности	Отрицательные особенности
Низкие пределы обнаружения (ppb)	Малый линейный динамический диапазон ( $10^2$ )
Хорошая чувствительность	Малая прецизионность (СКО 2-3%)
Отсутствие ионизации	Имеются слабовыраженные спектральные интерференции
Малый объем пробы (не более 20 мкл)	Имеются ощутимые химические и матричные интерференции
Позволительно содержание нерастворимых веществ – до 20%	Низкая скорость анализа (3-4 минуты на образец)
Легкая автоматизация системы	Трудность разработки методики
Не требуются горючие газы	Трудность оптимизации методики
	Трудность рутинного анализа
	Высокая стоимость оборудования
	Высокая стоимость анализа

### **Гидридный способ**

Данный способ требует установки дополнительной приставки к системе, работающей в пламенном варианте. Данная приставка довольно легко монтируется. Для эксплуатации требуется газ-носитель (аргон) и блок электропитания. В атомизатор устанавливается кварцевая трубка, которая нагревается до 900 °С пламенем из горелки. В случае анализа ртути трубка не нагревается, ртуть поступает в атомизатор в виде холодного пара. Данный способ атомизации довольно сложен, требует ввода дополнительных химических реагентов и не может быть полностью автоматизирован. Данный метод позволяет анализировать элементы,

образующие гидриды, в низких концентрациях. Гидридный способ атомизации характеризуется следующими особенностями:

Положительные особенности	Отрицательные особенности
Низкие пределы обнаружения (ppb)	Малая прецизионность
Хороший линейный динамический диапазон	Имеются весьма ощутимые химические и матричные интерференции
Хорошая чувствительность	Требуется ввод множества вспомо-гательных реагентов
Сравнительно малый объем пробы	Низкая скорость анализа
Не требуются горючие газы	Ограниченное число элементов
Недорогое аппаратное обеспечение	Сложность разработки методик
Высокая стоимость анализа	Сложность оптимизации методики
Простая установка	Сложность рутинного анализа
	Ограниченная автоматизация

## ЧАСТЬ 4

- Интерференции
- Химические интерференции
- Матричные интерференции
- Эмиссия
- Ионизация
- Спектральные интерференции
- Фоновые интерференции

### Интерференции

Интерференции (взаимные влияния) могут быть основными проблемами при проведении атомно-абсорбционного эксперимента. Если не избавляться от них, то результаты анализа могут содержать большие погрешности. Всего обнаружено 6 типов интерференций, при этом большинство из них легко поддаются корректировке. Известны такие интерференции, как химическая, матричная, эмиссионная, ионизационная, спектральная и фоновая.

### Химические интерференции

В атомно-абсорбционном анализе наиболее широко распространены химические интерференции. В том случае, если анализируемое вещество не полностью перешло в атомное состояние под влиянием пламени, то количество атомов, способных поглощать свет, понижается. Этот эффект называется химической интерференцией. Избавиться от нее возможно, если повысить температуру атомизации или подвести дополнительную энергию для

разрыва связей путем ввода освобождающих добавок. При добавлении таких реагентов происходит химическое взаимодействие с интерферирующим элементом и освобождение анализируемого элемента.

Наиболее ярким примером химической интерференции служит анализ кальция. При анализе пламенным способом (пламя ацетилен-воздух) и в присутствии фосфат-ионов сигнал ионов кальция значительно ослабевает из-за влияния кальция. В присутствии избытка ионов лантана удается отделить ионы кальция от фосфат-ионов, даже если они находятся в большом количестве. Также преодолеть данную интерференцию позволяет повышение температуры пламени (а именно, следует использовать пламя ацетилен – закись азота).

### ***Матричные интерференции***

Матричные интерференции встречаются из-за физических характеристик образца, раствора сравнения или стандартного раствора. Эти интерференции могут значительным образом отличаться друг от друга по своей природе. Они могут как завышать, так и занижать сигнал. В том случае, если вводят образец в растворитель, распылительная система начинает работать эффективнее, поскольку вязкость такой смеси понижается. При анализе элементов, растворенных в кислоте, вязкость повышается и происходит понижение уровня сигнала. Для того, чтобы избавиться от матричных интерференций, требуется точно знать состав матрицы (состав анализируемого раствора, состав стандартного раствора или состав холостой пробы) и математически вычислить поправку. В том случае, если не удастся точно узнать состав, рекомендуется использовать метод стандартных добавок. Измерения с помощью данного метода предусмотрены в программном обеспечении AAWin.

Сущность метода добавок заключается в совместном вводе анализируемой пробы и различного количества исследуемого элемента. Далее измеряется оптическая плотность полученных растворов и строится график, по одной из осей на нем откладываются концентрации стандартных растворов, по другой – добавка анализируемого раствора. Содержание элемента в анализируемом растворе находится с помощью экстраполяции.

### ***Эмиссионные интерференции***

При анализе образцов с высокой концентрацией элементов, склонных к эмиссии, наблюдается падение оптической плотности. В этом случае нарушаются оптические параметры эксперимента, что может привести к получению неверного значения оптической плотности. Для того, чтобы избавиться от эмиссионной интерференции, потребуется выполнить следующее:

- Уменьшить ширину щели
- Увеличить ток накала спектральной лампы
- Разбавить образец
- Использовать более холодное пламя

### ***Ионизационные интерференции***

Ионизационные интерференции проявляются в том случае, если энергии при атомизации достаточно для того, чтобы удалить электрон из валентного слоя атома исследуемого элемента. От данной интерференции можно избавиться с помощью добавления в исследуемый раствор ионов щелочных металлов. С этой целью хорошо подходят растворы калия или натрия, так как эти элементы имеют малые значения потенциалов ионизации. Также удается устранить ионизацию с помощью уменьшения температуры пламени, однако, в свою очередь это может привести к возникновению химических интерференций.

### ***Ионизационные интерференции***

Спектральные интерференции встречаются при анализе растворов, содержащих много элементов. Некоторые из этих элементов могут иметь близкие значения длин волн соответствующих спектральных переходов. Поскольку оптическая плотность является аддитивной величиной, сигнал анализируемого элемента может перекрываться сигналом интерферирующего элемента. Такой эффект также может наблюдаться для многоэлементных спектральных ламп. Для преодоления данной проблемы рекомендуется уменьшить ширину щели или использовать альтернативные длины волн для анализа.

### ***Фоновые интерференции***

Фоновые интерференции также хорошо распространены в атомно-абсорбционном анализе. В процессе анализа детектор прибора измеряет интенсивность поглощенного света для выбранной длины волны. Кроме полезного излучения, испускаемого ЛПК, на детектор попадает и фоновое излучение, вызванное взаимодействием света с молекулами и твердыми частицами, присутствующими в пламени. В результате сигнал атомной абсорбции завышается, поскольку он включает в себя эти два компонента. Для преодоления данной проблемы существуют аппаратные способы коррекции фонового излучения. В настоящее время используется три типа коррекции: коррекция по дейтериевой лампе, коррекция по самообращению спектральной полосы и коррекция Зеемана.

### ***Дейтериевая коррекция***

Система коррекции фонового излучения на основе дейтериевой лампы установлена практически на всех современных приборах.

Данная система состоит из дейтериевой лампы с полым катодом и светоделительного зеркала. Данная лампа – это источник непрерывного спектра, наиболее эффективный в УФ-области. Поскольку именно в УФ-области содержится основное число аналитических линий различных элементов, такая коррекция считается довольно эффективной. Лучи, испускаемые ЛПК и дейтериевой лампой, фокусируются соосно и с помощью светоделителя направляются на детектор по очереди. В качестве результата измерения служит разница между значением абсорбции, полученным с помощью ЛПК и значением, полученным с помощью дейтериевой лампы.

Положительные особенности дейтериевой лампы:

- Коррекция фона до 1.0 ед. оптической плотности.
- Высокая частота излучения (положительна для электро-термической атомизации).
- Высокая производительность для рутинного анализа.
- Не сокращается срок службы ЛПК.
- Невысокая цена.

Отрицательные особенности дейтериевой лампы:

- Требуется установка и замена лампы.
- Требуется высокая точность юстировки лампы.
- Требуется балансировка лучей ЛПК и дейтериевой лампы.
- Лампа эффективна только в УФ-диапазоне спектра.

### ***Коррекция по самообращению спектральной линии (коррекция Смита-Хифти)***

Коррекция по самообращению спектральной линии не так широко распространена в настоящее время (по сравнению с дейтериевой). Система коррекции в этом случае использует ту же ЛПК, что используется для анализа, при этом ток на ЛПК подается в виде двух импульсов. Первый импульс (широкий) – это обычный импульс, применяемый для атомно-абсорбционного анализа. Второй импульс (узкий) используется для регистрации сигнала фонового излучения. Широкий импульс требует тока накала по величине 1 – 8 мА, в то время как узкий импульс требует 2.5 мА (для легколетучих элементов 1.5 мА). Несмотря на то, что узкий импульс требует пониженного значения силы тока, интенсивность излучения в этой фазе довольно велика. Этот интенсивный импульс вызывает уширение луча ЛПК и приводит к самообращению спектральной полосы, которая при этом делится на две полосы с резонансной длиной волны. При работе с такой коррекцией следует учесть следующие особенности:

Положительные особенности коррекции по Смиуту-Хифти:

- Не требуется дополнительной спектральной лампы и юстировки.
- Коррекция может применяться во всем диапазоне длин волн.
- Возможность коррекции фона до 3.0 А
- Невысокая цена

Отрицательные особенности коррекции по Смиуту-Хифти:

- Низкая частота модуляции. Возможна неэффективная коррекция при электротермическом способе атомизации
- Потери чувствительности
- Уменьшается срок службы ЛПК
- Для легколетучих элементов требуются более дорогие ЛПК

### **Коррекция Зеемана**

Данный тип коррекции широко используется в атомно-абсорбционных спектрометрах с электротермическим способом атомизации. Однако, он практически не реализован в компактных спектрометрах комбинированного типа, в том числе и А-2. Физический смысл данного способа коррекции состоит в расщеплении полного потока излучения ЛПК на сигма- и пи- составляющие в магнитном поле. Благодаря такому расщеплению, пи-составляющая содержит только сигнал от анализируемого элемента, а сигма-составляющая – только сигнал фонового излучения. При отключенном магнитном поле на детектор поступает суммарный сигнал, включающий в себя и сигнал анализируемого элемента и сигнал фонового излучения. При включении магнитного поля пи-излучение фильтруется, измеряется только сигма-составляющая излучения. Результирующий сигнал содержит только пи-составляющую, модулированную излучением анализируемого излучения. При работе с такой коррекцией следует учесть следующие особенности:

Положительные особенности коррекции по Зееману:

- Система не требует модификации оптической схемы.
- Высокочастотная коррекция, идеальна для электротермического способа атомизации.
- Нет ограничений по длине волны.

Отрицательные особенности коррекции по Зееману:

- Потери чувствительности до 20%.
- Значительно увеличивается стоимость оборудования.
- Объемный дизайн оборудования.

## ЧАСТЬ 5

- Стандартные условия для пламенного эксперимента
- Аналитические длины волн
- Ширина щели
- Цифровая фильтрация сигнала
- Ток накала лампы
- Способы интегрирования
- Фоновое излучение
- Типы пламени
- Чувствительность
- Пределы обнаружения
- Интерференции
- Информационные карточки по элементам

### Стандартные условия для пламенного эксперимента

В данной главе представлены стандартные условия для атомно-абсорбционного эксперимента в пламенном варианте.

**ВНИМАНИЕ:** при использовании данных, представленных в информационных карточках, следует обратить внимание на то, что условия эксперимента в зависимости от типа образцов могут изменяться.

#### *Аналитические длины волн*

В информационных карточках по элементам представлены аналитические длины волн, имеющие наиболее высокую интенсивность. В этом случае достигаются хорошие метрологические характеристики и низкие пределы обнаружения. Тем не менее, в некоторых случаях (к примеру, при исследовании больших концентраций образца, наличие высокого уровня фонового излучения) требуется использовать другие длины волн. Исследуемый элемент и условия измерения выбираются в программном обеспечении атомно-абсорбционного спектрометра.

#### *Ширина щели*

На информационных карточках представлены наиболее оптимальные условия анализа для каждого элемента, однако, в случае, если исследуются сложные матрицы, появляются интерференции, то требуется изменить эти условия.

Ширина щели выбирается в программном обеспечении. Эта величина может иметь 5 значений: 0.1, 0.2, 0.4, 1.0 и 2.0 нм.

#### *Цифровая фильтрация сигнала*

Цифровая фильтрация сигнала требуется для того, чтобы выполнить сглаживание профиля сигнала атомной абсорбции. Данная величина варьируется в интервале 0.1 – 2.0. Для работы с пламенным

вариантом атомизации рекомендуется увеличить это значение для того, чтобы добиться более правильных и повторяемых результатов. При работе с электротермическим способом атомизации, вследствие того, что аналитический сигнал считывается за весьма короткое время, а количественное определение элемента выполняется по высоте или по площади пика сигнала, рекомендуется установить минимальное значение цифровой фильтрации.

### **Ток накала лампы**

На информационных карточках представлены рекомендуемые значения тока накала ЛПК для каждого элемента. Для улучшения метрологических характеристик анализа данные значения можно изменять. Однако, не рекомендуется устанавливать значения тока накала выше 10 мА, так как это может привести к значительному сокращению срока службы лампы или даже к ее повреждению. Регулировка тока ЛПК позволяет уменьшить или увеличить ток эмиссии электронов из полого катода лампы, и, таким образом, уширить или сузить поток излучения. При низком значении тока поток становится узким и более интенсивным при прохождении оптического пути вдоль атомизатора. В этом случае чувствительность измерения увеличивается, однако может возникнуть нестабильность результатов. С другой стороны, завышение потока может привести к потере чувствительности и также к нестабильности результатов. Как правило, исследования проводятся при силе тока накала в интервале 3 – 6 мА.

### **Способы интегрирования**

Всего существует четыре основных способа интегрирования сигнала: ручной режим, автоматический режим, по высоте пика, по площади пика.

#### **Ручной режим**

Время интегрирования устанавливается оператором в интервале 0.1 – 99.9 секунд. Также требуется установить время задержки и число считываний сигнала. При выборе данного способа спектрометр выполнит единичную процедуру сбора сигнала в установленном интервале времени. Такой способ интегрирования как правило используется только в том случае, когда требуется выполнить одну быструю процедуру интегрирования и не применяется в рутинном анализе.

#### **Автоматический режим**

Автоматический режим подходит для процедуры анализа в автоматическом режиме (с применением автосэмплера). Оператор может устанавливать время интегрирования, время задержки и число измерений. После проведения исследования за результат принимается среднее значение, для которого рассчитываются

статистические параметры (СКО, относительное СКО).

### Интегрирование по высоте пика

Данный тип интегрирования сигнала представляет собой регистрацию сигнала в максимуме пика, полученного за все время интегрирования. Такой способ идеален для электротермического и гидридного способа атомизации. При работе с электротермическим способом атомизации интегрирование начнется сразу перед актом атомизации. На дисплее ПК появится пик сигнала атомной абсорбции и значение сигнала в максимуме пика. При анализе в пламенном режиме, если объемы исследуемых проб малы, также рекомендуется применять именно этот способ интегрирования. В пламенном режиме также можно установить более длинное время интегрирования, например, 10 секунд. После начала интегрирования в пламя вводится образец. Тогда спустя некоторое время будет зарегистрирован максимум поглощения, наиболее удобный для такого способа интегрирования.

### Интегрирование по площади пика

Данный способ интегрирования подходит для любого способа атомизации. Также данный способ идеален для анализа легколетучих элементов, поскольку, при очень малом времени интегрирования высота пика может меняться, а площадь, при этом остается постоянной.

### Фоновое излучение

Атомно-абсорбционный спектрометр А-2 позволяет использовать два типа коррекции фонового излучения: коррекцию по дейтериевой лампе и коррекцию по самообращению спектральной линии. Более детально способы коррекции описаны в Главе 4, поэтому оператору следует определить, какой из способов будет наиболее корректным для условий анализа. В том случае, если потребуется производить измерения при длине волны ниже 250 нм, обязательно необходимо включать коррекцию фонового излучения. В том случае, если требуется работать с увеличенной чувствительностью и малыми объемами образца, рекомендуется выполнить дейтериевую коррекцию фона. При работе с большими концентрация образца рекомендуется использовать коррекцию по самообращению спектральной линии. При работе с большими длинами волн коррекция фонового излучения, как правило, не требуется. В том случае, если уровень фонового излучения достаточно велик, рекомендуется использовать коррекцию по самообращению спектральной линии.

### Типы пламени

Атомно-абсорбционный спектрометр А-2 поддерживает три типа пламени – ацетилен/воздух, ацетилен/закись азота, пропан-бутановая

смесь/воздух. В информационных карточках представлены наиболее оптимальный тип и состав пламени. Состав газовой смеси настраивается с помощью программного обеспечения. Особое внимание следует обратить на предосторожности при работе с пламенем ацетилен/закись азота. Требования по безопасности представлены в Руководстве по Эксплуатации.

### Чувствительность

Чувствительность (характеристическая концентрация) – это такая концентрация элемента, которая дает сигнал абсорбции по величине равная 1% или 0.0044 А. Чувствительность можно рассчитать по следующей формуле:

$$\text{Чувствительность} = \frac{\text{концентрация стандарта} \times 0.0044}{\text{Поглощение}}$$

Градуировочная характеристика каждого элемента представлена в информационной карточке. С помощью нее можно оценить оптимальные диапазоны анализируемых концентраций.

Чувствительность или характеристическая концентрация элемента (при конкретной длине волны) – является важнейшей технической характеристикой и должна быть указана производителями атомно-абсорбционных спектрометров.

### Пределы обнаружения

Пределом обнаружения называется наименьшая концентрация элемента, которая может быть определена с учетом холостой пробы, амплитуды сигнала и уровня фотометрического шума. Данная величина может быть выражена с помощью СКО (среднеквадратичного отклонения) как:

$$\text{Предел обнаружения} = 3 \times \text{СКО}$$

В таблице ниже представлена информация о пределах обнаружения различных элементов:

Элемент	Длина волны, нм	Пламенная атомизация мг/л (ppm)	Электротермическая атомизация, мкг/л (ppb)	Гидридная атомизация, мкг/л (ppb)
Al	309.3	0.028**	0.13	n/a
Sb	217.6	0.092	0.29	0.26
As	193.7	0.12	0.33	0.05
Ba	553.6	0.031**	0.23	n/a
Be	234.9	0.0036**	0.02	n/a
Bi	223.1	0.0049	0.26	0.19
Cd	228.8	0.0028	0.01	n/a
Ca	422.7	0.0037**	0.60	n/a
Cr	357.9	0.0054	0.025	n/a
Co	240.7	0.01	2.00	n/a
Cu	324.8	0.0045	0.065	n/a
Au	242.8	0.013	3.00	n/a
Fe	248.3	0.0043	0.06	n/a

Pb	217.0	0.013	0.03	n/a
Pb	283.3	0.016	0.08	n/a
Li	670.8	0.0021	0.70	n/a
Mn	285.2	0.0022	0.09	n/a
Mn	279.5	0.0016	0.03	n/a
Hg	253.7	n/a	40.0	0.15
Mo	313.3	0.021**	0.14	n/a
Ni	232.0	0.008	0.065	n/a
K	766.5	0.0009	0.40	n/a
Se	196.0	0.23	0.32	0.27
Si	251.6	0.30**	17.0	n/a
Ag	328.1	0.0032	0.04	n/a
Na	589.0	0.0037	n/a	n/a
Te	214.3	0.054	3.20	0.43
Tl	276.8	0.014	0.15	n/a
Sn	224.6	0.21**	15.0	1.39
Ti	365.4	0.05**	4.0	n/a
V	318.5	0.11**	0.7	n/a
Zn	213.9	0.0033	0.15	n/a
** - Тип пламени: ацетилен – закись азота				

### **Рабочий диапазон**

На информационных карточках представлен рабочий диапазон для каждого элемента. Для построения градуировочной кривой во всем рабочем диапазоне оператору необходимо как минимум три стандартных раствора. Для получения наиболее точных результатов рекомендуется использовать пять стандартных растворов. Наиболее предпочтителен линейный вид градуировочной кривой, полностью подчиняющийся закону Бугера-Ламберта-Бэра. Также следует запланировать получение градуировочной кривой таким образом, чтобы наиболее концентрированному стандартному раствору отвечало значение оптической плотности 0.500 А. Тем не менее следует отметить, что для некоторых элементов линейных градуировочных зависимостей не наблюдается в силу природы данных элементов - в этом случае кривая не будет подчиняться закону Бугера-Ламберта-Бэра.

Рассмотрим основные типы уравнений градуировочных зависимостей. В соответствии с законом Бугера-Ламберта-Бэра концентрация пропорциональна поглощению (или оптической плотности). В случае линейной градуировочной характеристики, проходящей через начало координат, уравнение примет вид:

$$C = K_0(K_1A)$$

В данном уравнении С – концентрация,  $K_1$  – коэффициент, связанный со стандартными растворами,  $K_0$  – коэффициент наклона прямой.

В случае прямой, не проходящей через начало координат:

$$A = K_1 + K_2C$$

В данном уравнении  $K_1$  и  $K_2$  – коэффициенты, связанные со

стандартными растворами.

В случае нелинейной зависимости уравнение примет следующий вид:

$$C = K_0 \frac{K_1 A + K_2 A^2}{K_3 A - 1}$$

В данном уравнении  $K_1, K_2$  и  $K_3$ —коэффициенты, связанные со стандартными растворами.

### **Стандартные растворы**

Исходные стандартные растворы как правило имеют концентрацию 1000 мг/л и доступны в виде государственных стандартных растворов (ГСО), а также в виде коммерческих аттестованных растворов отечественного и зарубежного производства. Такие растворы должны иметь высокую чистоту, а их состав должен быть подтвержден соответствующими сертификатами. Рабочие растворы готовятся из исходных разбавлением. В соответствии с директивами GLP рекомендуется прежде всего разбавить исходные растворы до самой высокой концентрации, входящей в градуировочную зависимость. Остальные калибровочные растворы готовятся разбавлением таких растворов. Это позволяет значительно улучшить метрологические характеристики анализа. В качестве растворителя требуется использовать деионизированную воду. Также, в соответствии с требованиями GLP, стандартные и холостые растворы рекомендуется подвергнуть всем процедурам пробоподготовки, которая предусмотрена для контрольных образцов в соответствующих методических указаниях. Это позволит минимизировать различия в некоторых физических свойствах проб, к примеру, в вязкости, плотности, поверхностном натяжении, давлении насыщенных паров, поскольку эти свойства влияют на скорость ввода проб в атолизатор, и следовательно на метрологические характеристики эксперимента.

### **Интерференции**

В информационных карточках представлены возможные интерференции по каждому из элементов, а также способы их устранения: добавление различных химических веществ, изменение условий эксперимента.

## Алюминий

## Параметры анализа

Аналитическая линия:	309.3 нм
Ширина щели:	0.4 нм
Цифровой фильтр:	0.6
Ток накала ЛПК:	5.0 мА
Время интегрирования:	3.0 с
Коррекция фона:	Нет/Смита-Хифти
Тип пламени:	N <sub>2</sub> O/Ацетилен
Стехиометрия пламени:	Восстановительное
Чувствительность:	0.30 мг/л
Предел обнаружения:	0.03 мг/л
Рабочий диапазон:	0.14-50.0 мг/л



## Альтернативные длины волн

Длина волны	Ширина щели	Чувствительность	Предел обнаружения	Рабочий диапазон
(2) 206.8 нм	0.2 нм	0.28 мг/л	0.10 мг/л	0.20-50 мг/л
(3) 231.2 нм	0.4 нм	0.42 мг/л	0.22 мг/л	0.40-70 мг/л
(4) 212.7 нм	0.4 нм	4.80 мг/л	2.12 мг/л	5.00 – 300 мг/л

## Стандартные растворы

Рабочие стандартные растворы рекомендуется приготовить из исходного стандартного раствора с концентрацией 1000 мг/л. Растворы необходимо разбавлять в соответствии с методическими указаниями, при этом в анализируемые пробы, стандартные и холостые растворы рекомендуется добавить азотную кислоту. Массовая доля азотной кислоты должна составлять не менее 1%.

Коммерчески доступен: ГСО 7269-96

## Интерференции

Сигнал атомной абсорбции может быть занижен, если пробы обладают высокой кислотностью. Высокие содержания Cu и Ni также могут понижать сигнал.

**Мышьяк****Параметры анализа**

Аналитическая линия:	193.7нм
Ширина щели:	0.4 нм
Цифровой фильтр:	1.0
Ток накала ЛПК:	5.0 мА
Время интегрирования:	3.0 с
Коррекция фона:	D <sub>2</sub> /Смита-Хифти
Тип пламени:	Воздух/Ацетилен
Стехиометрия пламени:	Окислительное
Чувствительность:	0.40 мг/л
Предел обнаружения:	0.16 мг/л
Рабочий диапазон:	0.80-75.0 мг/л

**Альтернативные длины волн**

Длина волны	Ширина щели	Чувствительность	Предел обнаружения	Рабочий диапазон
(2) 189.0нм	0.4нм	0.35 мг/л	0.18 мг/л	1.00-85 мг/л
(3) 197.2 нм	0.4 нм	0.90 мг/л	0.35 мг/л	2.40-180 мг/л

**Стандартные растворы**

Рабочие стандартные растворы рекомендуется приготовить из исходного стандартного раствора с концентрацией 1000 мг/л. Растворы необходимой разбавлять в соответствии с методическими указаниями, при этом в анализируемы пробы, стандартные и холостые растворы рекомендуется добавить азотную кислоту. Массовая доля азотной кислоты должна составлять не менее 1%.

Коммерчески доступен: ГСО 7264-96

**Интерференции**

Для преодоления интерференций рекомендуется включить коррекцию фонового излучения.

## Барий



## Параметры анализа

Аналитическая линия:	536.6нм
Ширина щели:	0.4 нм
Цифровой фильтр:	1.0
Ток накала ЛПК:	5.0 мА
Время интегрирования:	3.0 с
Коррекция фона:	Нет/Смита-Хифти
Тип пламени:	N <sub>2</sub> O/Ацетилен
Стехиометрия пламени:	Восстановительное
Чувствительность:	0.40 мг/л
Предел обнаружения:	0.09 мг/л
Рабочий диапазон:	0.60-75.0 мг/л



## Альтернативные длины волн

Длина волны	Ширина щели	Чувствительность	Предел обнаружения	Рабочий диапазон
(2) 553.6нм	0.2нм	0.46 мг/л	0.12 мг/л	0.80-85 мг/л
(3) 350.1нм	0.2нм	5.60 мг/л	1.80 мг/л	8.50-600 мг/л

## Стандартные растворы

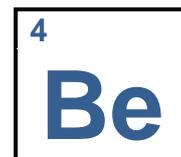
Рабочие стандартные растворы рекомендуется приготовить из исходного стандартного раствора с концентрацией 1000 мг/л. Растворы необходимо разбавлять в соответствии с методическими указаниями, при этом в анализируемые пробы, стандартные и холостые растворы рекомендуется добавить азотную кислоту. Массовая доля азотной кислоты должна составлять не менее 1%.

Коммерчески доступен: ГСО 7760-2000

## Интерференции

В пламени ацетилен – закись азота возможна частичная ионизация элемента. Ее можно частично преодолеть, если добавить к пробам водный раствор KCl с массовой долей 0.1%.

## Бериллий



## Параметры анализа

Аналитическая линия:	234.9нм
Ширина щели:	0.4 нм
Цифровой фильтр:	1.0
Ток накала ЛПК:	5.0 мА
Время интегрирования:	3.0 с
Коррекция фона:	D <sub>2</sub> /Смита-Хифти
Тип пламени:	N <sub>2</sub> O/Ацетилен
Стехиометрия пламени:	Восстановительное
Чувствительность:	0.01 мг/л
Предел обнаружения:	0.005 мг/л
Рабочий диапазон:	0.03-4.0 мг/л



## Альтернативные длины волн

Длина волны	Ширина щели	Чувствительность	Предел обнаружения	Рабочий диапазон
Нет				

## Стандартные растворы

Рабочие стандартные растворы рекомендуется приготовить из исходного стандартного раствора с концентрацией 100 мг/л. Растворы необходимой разбавлять в соответствии с методическими указаниями, при этом в анализируемы пробы, стандартные и холостые растворы рекомендуется добавить серную кислоту. Массовая доля серной кислоты должна составлять не менее 1%.

Коммерчески доступен: ГСО 7759-2000

## Интерференции

Сигнал атомной абсорбции может быть занижен в том случае, если в анализируемом растворе содержатся ионы Al, Mg, Na, Si в высоких концентрациях. Влияние Al можно понизить, добавив в растворы плавиковую кислоту (HF) с массовой долей 1%. Добавив 8-оксохинолин можно понизить влияние Mg и Si.

## Висмут

## Параметры анализа

Аналитическая линия:	223.1нм
Ширина щели:	0.4 нм
Цифровой фильтр:	1.0
Ток накала ЛПК:	5.0 мА
Время интегрирования:	3.0 с
Коррекция фона:	D <sub>2</sub> /Смита-Хифти
Тип пламени:	Воздух/Ацетилен
Стехиометрия пламени:	Окислительное
Чувствительность:	0.20 мг/л
Предел обнаружения:	0.06 мг/л
Рабочий диапазон:	0.30-30.0 мг/л



## Альтернативные длины волн

Длина волны	Ширина щели	Чувствительность	Предел обнаружения	Рабочий диапазон
(2) 306.8 нм	0.4 нм	0.65 мг/л	0.12 мг/л	0.90-75 мг/л
(3) 206.2 нм	0.4 нм	1.82 мг/л	0.42 мг/л	2.50-200 мг/л
(4) 227.7 нм	0.4 нм	3.40 мг/л	1.20 мг/л	5.00-400 мг/л

## Стандартные растворы

Рабочие стандартные растворы рекомендуется приготовить из исходного стандартного раствора с концентрацией 1000 мг/л. Растворы необходимой разбавлять в соответствии с методическими указаниями, при этом в анализируемые пробы, стандартные и холостые растворы рекомендуется добавить азотную кислоту. Массовая доля азотной кислоты должна составлять не менее 1%.

Коммерчески доступен: ГСО 7477-98

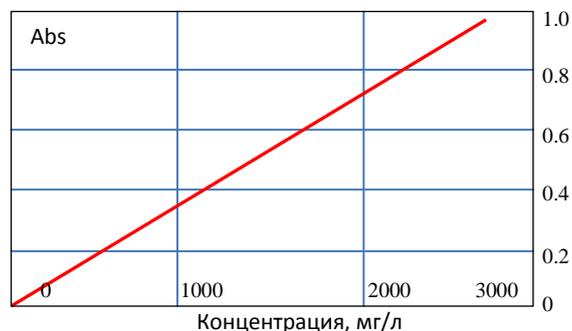
## Интерференции

Никаких серьезных интерференций для этого элемента нет.

## Бор

## Параметры анализа

Аналитическая линия:	249.7нм
Ширина щели:	0.4 нм
Цифровой фильтр:	1.0
Ток накала ЛПК:	5.0 мА
Время интегрирования:	3.0 с
Коррекция фона:	D <sub>2</sub> /Смита-Хифти
Тип пламени:	N <sub>2</sub> O /Ацетилен
Стехиометрия пламени:	Восстановительное
Чувствительность:	10.00 мг/л
Предел обнаружения:	3.50 мг/л
Рабочий диапазон:	16-1800 мг/л



## Альтернативные длины волн

Длина волны	Ширина щели	Чувствительность	Предел обнаружения	Рабочий диапазон
(2) 208.9 нм	0.2 нм	22.0 мг/л	7.40 мг/л	40.0-2500 мг/л

## Стандартные растворы

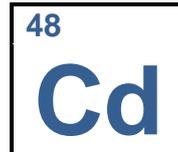
Рабочие стандартные растворы рекомендуется приготовить из исходного стандартного раствора с концентрацией 1000 мг/л. Растворы необходимо разбавлять в соответствии с методическими указаниями, при этом в анализируемые пробы, стандартные и холостые растворы рекомендуется добавить азотную кислоту. Массовая доля азотной кислоты должна составлять не менее 1%.

Коммерчески доступен: ГСО 7337-96

## Интерференции

Данный элемент имеет самую низкую чувствительность в атомно-абсорбционном анализе. Высокие концентрации натрия могут вызывать интерференции. Для избавления от них требуется использовать более восстановительное пламя.

## Кадмий



## Параметры анализа

Аналитическая линия:	228.8нм
Ширина щели:	0.4 нм
Цифровой фильтр:	1.0
Ток накала ЛПК:	5.0 мА
Время интегрирования:	3.0 с
Коррекция фона:	D <sub>2</sub> /Смита-Хифти
Тип пламени:	Воздух /Ацетилен
Стехиометрия пламени:	Окислительное
Чувствительность:	0.012 мг/л
Предел обнаружения:	0.0028 мг/л
Рабочий диапазон:	0.02-2.20 мг/л



## Альтернативные длины волн

Длина волны	Ширина щели	Чувствительность	Предел обнаружения	Рабочий диапазон
(2) 326.1 нм	0.4 нм	11.0 мг/л	2.80 мг/л	15.0-200 мг/л

## Стандартные растворы

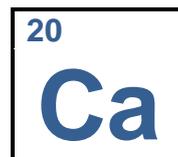
Рабочие стандартные растворы рекомендуется приготовить из исходного стандартного раствора с концентрацией 1000 мг/л. Растворы необходимо разбавлять в соответствии с методическими указаниями, при этом в анализируемые пробы, стандартные и холостые растворы рекомендуется добавить азотную кислоту. Массовая доля азотной кислоты должна составлять не менее 1%.

Коммерчески доступен: ГСО 7472-98

## Интерференции

Никаких серьезных интерференций для этого элемента нет.

## Кальций



### Параметры анализа

Аналитическая линия:	422.7нм
Ширина щели:	0.4 нм
Цифровой фильтр:	1.0
Ток накала ЛПК:	5.0 мА
Время интегрирования:	3.0 с
Коррекция фона:	Нет/Смита-Хифти
Тип пламени:	N <sub>2</sub> O /Ацетилен
Стехиометрия пламени:	Восстановительное
Чувствительность:	0.01 мг/л
Предел обнаружения:	0.0042 мг/л
Рабочий диапазон:	0.02-2.20 мг/л



### Альтернативные длины волн

Длина волны	Ширина щели	Чувствительность	Предел обнаружения	Рабочий диапазон
(2) 239.9 нм	0.4 нм	5.60 мг/л	1.80 мг/л	10.0-800 мг/л

### Стандартные растворы

Рабочие стандартные растворы рекомендуется приготовить из исходного стандартного раствора с концентрацией 1000 мг/л. Растворы необходимо разбавлять в соответствии с методическими указаниями, при этом в анализируемые пробы, стандартные и холостые растворы рекомендуется добавить азотную кислоту. Массовая доля азотной кислоты должна составлять не менее 1%.

Коммерчески доступен: ГСО 8065-94

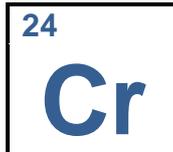
### Интерференции

Данный элемент обладает склонность к частичной ионизации в пламени ацетилен – закись азота. Преодолеть данную интерференцию возможно, если добавить в растворы соли щелочных металлов так, чтобы их массовая доля составила 1%.

Чувствительность уменьшается в том случае, если в растворе присутствуют Al, Be, P, Si, Ti. Данная интерференция устраняется добавлением в растворы солей лантана так, чтобы их концентрация

составила 15% масс.

## Хром



### Параметры анализа

Аналитическая линия:	357.9нм
Ширина щели:	0.4 нм
Цифровой фильтр:	1.0
Ток накала ЛПК:	5.0 мА
Время интегрирования:	3.0 с
Коррекция фона:	Нет/Смита-Хифти
Тип пламени:	N <sub>2</sub> O /Ацетилен
Стехиометрия пламени:	Восстановительное
Чувствительность:	0.05 мг/л
Предел обнаружения:	0.005 мг/л
Рабочий диапазон:	0.04-8.0 мг/л



### Альтернативные длины волн

Длина волны	Ширина щели	Чувствительность	Предел обнаружения	Рабочий диапазон
(2) 359.4нм	0.4 нм	0.08 мг/л	0.012 мг/л	0.06-10 мг/л
(3) 360.5нм	0.4 нм	0.12 мг/л	0.018 мг/л	0.10-15 мг/л
(4) 425.4нм	0.4 нм	0.16 мг/л	0.034 мг/л	0.15-25 мг/л

### Стандартные растворы

Рабочие стандартные растворы рекомендуется приготовить из исходного стандартного раствора с концентрацией 1000 мг/л. Растворы необходимо разбавлять в соответствии с методическими указаниями, при этом в анализируемые пробы, стандартные и холостые растворы рекомендуется добавить азотную кислоту. Массовая доля азотной кислоты должна составлять не менее 1%.

Коммерчески доступен: ГСО 7257-96

### Интерференции

Никаких серьезных интерференций для этого элемента нет.

## Кобальт



## Параметры анализа

Аналитическая линия:	240.7нм
Ширина щели:	0.4 нм
Цифровой фильтр:	1.0
Ток накала ЛПК:	5.0 мА
Время интегрирования:	3.0 с
Коррекция фона:	D <sub>2</sub> /Смита-Хифти
Тип пламени:	Воздух /Ацетилен
Стехиометрия пламени:	Окислительное
Чувствительность:	0.05 мг/л
Предел обнаружения:	0.01 мг/л
Рабочий диапазон:	0.04-8.0 мг/л



## Альтернативные длины волн

Длина волны	Ширина щели	Чувствительность	Предел обнаружения	Рабочий диапазон
(2) 242.5 нм	0.2нм	0.07 мг/л	0.02 мг/л	0.10-10.0 мг/л
(3) 241.2нм	0.4 нм	0.12 мг/л	0.04 мг/л	0.10-20 мг/л
(4) 252.1нм	0.2нм	0.16 мг/л	0.06 мг/л	0.30-25 мг/л

## Стандартные растворы

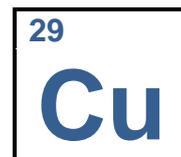
Рабочие стандартные растворы рекомендуется приготовить из исходного стандартного раствора с концентрацией 1000 мг/л. Растворы необходимо разбавлять в соответствии с методическими указаниями, при этом в анализируемые пробы, стандартные и холостые растворы рекомендуется добавить азотную кислоту. Массовая доля азотной кислоты должна составлять не менее 1%.

Коммерчески доступен: ГСО 7880-2001

## Интерференции

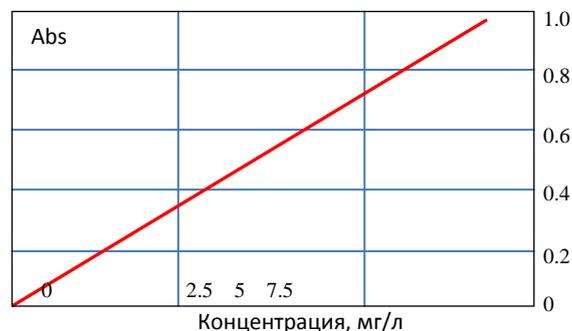
Никаких серьезных интерференций для этого элемента нет. Сигнал может понижаться только при наличии высоких концентраций никеля в растворе.

## Медь



## Параметры анализа

Аналитическая линия:	324.7нм
Ширина щели:	0.4 нм
Цифровой фильтр:	1.0
Ток накала ЛПК:	5.0 мА
Время интегрирования:	3.0 с
Коррекция фона:	Нет/Смита-Хифти
Тип пламени:	Воздух /Ацетилен
Стехиометрия пламени:	Окислительное
Чувствительность:	0.03 мг/л
Предел обнаружения:	0.004 мг/л
Рабочий диапазон:	0.018-4.0 мг/л



## Альтернативные длины волн

Длина волны	Ширина щели	Чувствительность	Предел обнаружения	Рабочий диапазон
(2) 327.4нм	0.4нм	0.06 мг/л	0.01 мг/л	0.05-8.0 мг/л
(3) 216.5нм	0.2нм	0.07 мг/л	0.02 мг/л	0.10-15 мг/л
(4) 222.6нм	0.4нм	0.75 мг/л	0.24 мг/л	1.30-120 мг/л

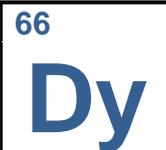
## Стандартные растворы

Рабочие стандартные растворы рекомендуется приготовить из исходного стандартного раствора с концентрацией 1000 мг/л. Растворы необходимо разбавлять в соответствии с методическими указаниями, при этом в анализируемые пробы, стандартные и холостые растворы рекомендуется добавить азотную кислоту. Массовая доля азотной кислоты должна составлять не менее 1%.

Коммерчески доступен: ГСО 7764-2000

## Интерференции

Никаких серьезных интерференций для этого элемента нет.



## Диспрозий

### Параметры анализа

Аналитическая линия:	421.7нм
Ширина щели:	0.4 нм
Цифровой фильтр:	1.0
Ток накала ЛПК:	5.0 мА
Время интегрирования:	3.0 с
Коррекция фона:	Нет/Смита-Хифти
Тип пламени:	N <sub>2</sub> O /Ацетилен
Стехиометрия пламени:	Восстановительное
Чувствительность:	0.035 мг/л
Предел обнаружения:	0.20 мг/л
Рабочий диапазон:	1.20-70.0 мг/л



### Альтернативные длины волн

Длина волны	Ширина щели	Чувствительность	Предел обнаружения	Рабочий диапазон
(2) 404.6нм	0.2нм	0.55 мг/л	0.36 мг/л	1.65-100 мг/л
(3) 418.7нм	0.4нм	0.60 мг/л	0.40 мг/л	2.00-120 мг/л

### Стандартные растворы

Рабочие стандартные растворы рекомендуется приготовить из исходного стандартного раствора с концентрацией 1000 мг/л. Растворы необходимо разбавлять в соответствии с методическими указаниями, при этом в анализируемые пробы, стандартные и холостые растворы рекомендуется добавить азотную кислоту. Массовая доля азотной кислоты должна составлять не менее 1%.

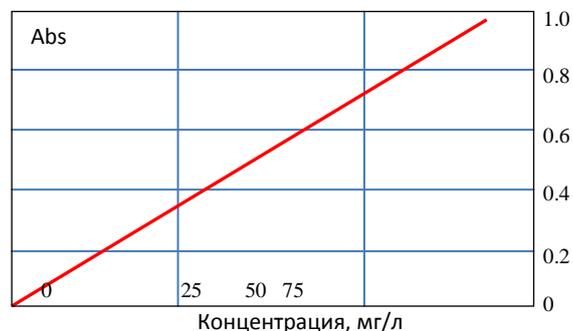
Коммерчески доступен: p/n356190 bySigma-Aldrich

### Интерференции

Данный элемент обладает склонность к частичной ионизации в пламени ацетилен – закись азота. Преодолеть данную интерференцию возможно, если добавить в растворы соли щелочных металлов так, чтобы их массовая доля составила 1%.

**Параметры анализа**

Аналитическая линия:	459.4нм
Ширина щели:	0.4 нм
Цифровой фильтр:	1.0
Ток накала ЛПК:	5.0 мА
Время интегрирования:	3.0 с
Коррекция фона:	Нет/Смита-Хифти
Тип пламени:	N <sub>2</sub> O /Ацетилен
Стехиометрия пламени:	Восстановительное
Чувствительность:	0.15 мг/л
Предел обнаружения:	0.04 мг/л
Рабочий диапазон:	0.30-45 мг/л

**Альтернативные длины волн**

Длина волны	Ширина щели	Чувствительность	Предел обнаружения	Рабочий диапазон
(2) 462.7нм	0.4нм	0.24 мг/л	0.06 мг/л	0.36-60 мг/л
(3) 466.2нм	0.4нм	0.32 мг/л	0.08 мг/л	0.45-75 мг/л

**Стандартные растворы**

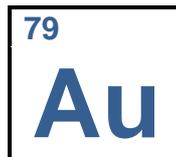
Рабочие стандартные растворы рекомендуется приготовить из исходного стандартного раствора с концентрацией 1000 мг/л. Растворы необходимо разбавлять в соответствии с методическими указаниями, при этом в анализируемые пробы, стандартные и холостые растворы рекомендуется добавить азотную кислоту. Массовая доля азотной кислоты должна составлять не менее 1%.

Коммерчески доступен: p/n 207128-100ML byFluka

**Интерференции**

Данный элемент обладает склонность к частичной ионизации в пламени ацетилен – закись азота. Преодолеть данную интерференцию возможно, если добавить в растворы соли щелочных металлов так, чтобы их массовая доля составила 1%.

## Золото



## Параметры анализа

Аналитическая линия:	242.8нм
Ширина щели:	0.4 нм
Цифровой фильтр:	1.0
Ток накала ЛПК:	5.0 мА
Время интегрирования:	3.0 с
Коррекция фона:	D <sub>2</sub> /Смита-Хифти
Тип пламени:	Воздух /Ацетилен
Стехиометрия пламени:	Окислительное
Чувствительность:	0.085 мг/л
Предел обнаружения:	0.011 мг/л
Рабочий диапазон:	0.07-15.0 мг/л



## Альтернативные длины волн

Длина волны	Ширина щели	Чувствительность	Предел обнаружения	Рабочий диапазон
(2) 267.6нм	0.4нм	0.15 мг/л	0.04 мг/л	0.18-30 мг/л
(3) 312.3нм	0.4нм	210.0 мг/л	40 мг/л	180-1000 мг/л

## Стандартные растворы

Рабочие стандартные растворы рекомендуется приготовить из исходного стандартного раствора с концентрацией 1000 мг/л. Растворы необходимо разбавлять в соответствии с методическими указаниями, при этом в анализируемые пробы, стандартные и холостые растворы рекомендуется добавить соляную кислоту. Массовая доля азотной кислоты должна составлять не менее 1%.

Коммерчески доступен: МСО 0347:2002

## Интерференции

Сигнал атомной абсорбции может понижаться при наличии в растворе большой концентрации Fe, Cu, Co, Sn, Ca. Преодолеть данную интерференцию возможно, если добавить в растворы соли урана так, чтобы их массовая доля составила 1%.



## Индий

### Параметры анализа

Аналитическая линия:	303.9нм
Ширина щели:	0.4 нм
Цифровой фильтр:	1.0
Ток накала ЛПК:	5.0 мА
Время интегрирования:	3.0 с
Коррекция фона:	Нет/Смита-Хифти
Тип пламени:	Воздух /Ацетилен
Стехиометрия пламени:	Окислительное
Чувствительность:	0.25 мг/л
Предел обнаружения:	0.07 мг/л
Рабочий диапазон:	0.30-40.0 мг/л



### Альтернативные длины волн

Длина волны	Ширина щели	Чувствительность	Предел обнаружения	Рабочий диапазон
(2) 325.6 нм	0.2нм	0.30 мг/л	0.09 мг/л	0.40-50 мг/л
(3) 410.2нм	0.4нм	1.00 мг/л	0.30 мг/л	1.30-150 мг/л

### Стандартные растворы

Рабочие стандартные растворы рекомендуется приготовить из исходного стандартного раствора с концентрацией 1000 мг/л. Растворы необходимо разбавлять в соответствии с методическими указаниями, при этом в анализируемые пробы, стандартные и холостые растворы рекомендуется добавить азотную кислоту. Массовая доля азотной кислоты должна составлять не менее 1%.

Коммерчески доступен: р/n 207195-100ML byFluka

### Интерференции

Сигнал атомной абсорбции может понижаться, если в анализируемых растворах содержатся фосфат-ионы.

## Железо



## Параметры анализа

Аналитическая линия:	248.3нм
Ширина щели:	0.2нм
Цифровой фильтр:	1.0
Ток накала ЛПК:	5.0 мА
Время интегрирования:	3.0 с
Коррекция фона:	D <sub>2</sub> /Смита-Хифти
Тип пламени:	Воздух /Ацетилен
Стехиометрия пламени:	Окислительное
Чувствительность:	0.05 мг/л
Предел обнаружения:	0.0046 мг/л
Рабочий диапазон:	0.03-8.0 мг/л



## Альтернативные длины волн

Длина волны	Ширина щели	Чувствительность	Предел обнаружения	Рабочий диапазон
(2) 252.3нм	0.2нм	0.09 мг/л	0.01 мг/л	0.05-10 мг/л
(3) 248.8нм	0.2нм	0.10 мг/л	0.02 мг/л	0.10-15 мг/л
(4) 302.1нм	0.2нм	0.20 мг/л	0.03 мг/л	0.15-20 мг/л

## Стандартные растворы

Рабочие стандартные растворы рекомендуется приготовить из исходного стандартного раствора с концентрацией 1000 мг/л. Растворы необходимо разбавлять в соответствии с методическими указаниями, при этом в анализируемые пробы, стандартные и холостые растворы рекомендуется добавить азотную кислоту. Массовая доля азотной кислоты должна составлять не менее 1%.

Коммерчески доступен: ГСО 7476-98

## Интерференции

Сигнал атомной абсорбции может понижаться в том случае, если в анализируемом растворе содержатся Al, Mg, Si. Данного эффекта можно частично избежать, если использовать более холодное пламя и понизить высоту горелки.

## Свинец



## Параметры анализа

Аналитическая линия:	217.0нм
Ширина щели:	0.4нм
Цифровой фильтр:	1.0
Ток накала ЛПК:	5.0 мА
Время интегрирования:	3.0 с
Коррекция фона:	D <sub>2</sub> /Смита-Хифти
Тип пламени:	Воздух /Ацетилен
Стехиометрия пламени:	Окислительное
Чувствительность:	0.08 мг/л
Предел обнаружения:	0.012 мг/л
Рабочий диапазон:	0.08-14.0 мг/л



## Альтернативные длины волн

Длина волны	Ширина щели	Чувствительность	Предел обнаружения	Рабочий диапазон
(2) 283.3нм	0.4нм	0.18 мг/л	0.03 мг/л	0.15-20 мг/л
(3) 205.3нм	0.4нм	2.20 мг/л	0.35 мг/л	1.70-150 мг/л

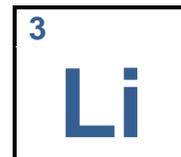
## Стандартные растворы

Рабочие стандартные растворы рекомендуется приготовить из исходного стандартного раствора с концентрацией 1000 мг/л. Растворы необходимо разбавлять в соответствии с методическими указаниями, при этом в анализируемые пробы, стандартные и холостые растворы рекомендуется добавить азотную кислоту. Массовая доля азотной кислоты должна составлять не менее 1%.

Коммерчески доступен: ГСО7252-96

## Интерференции

Различные анионы могут понижать сигнал атомной абсорбции для данного элемента. Этот эффект можно снизить, если добавить в раствор ЭДТА (Трилон Б) так, чтобы его массовая доля составляла 0.5%



## Литий

### Параметры анализа

Аналитическая линия:	670.8нм
Ширина щели:	0.8нм
Цифровой фильтр:	1.0
Ток накала ЛПК:	5.0 мА
Время интегрирования:	3.0 с
Коррекция фона:	Нет/Смита-Хифти
Тип пламени:	Воздух /Ацетилен
Стехиометрия пламени:	Окислительное
Чувствительность:	0.01 мг/л
Предел обнаружения:	0.003 мг/л
Рабочий диапазон:	0.02-2.0 мг/л



### Альтернативные длины волн

Длина волны	Ширина щели	Чувствительность	Предел обнаружения	Рабочий диапазон
(2) 323.3нм	0.4 нм	4.00 мг/л	1.10 мг/л	5.0-400 мг/л

### Стандартные растворы

Рабочие стандартные растворы рекомендуется приготовить из исходного стандартного раствора с концентрацией 1000 мг/л. Растворы необходимо разбавлять в соответствии с методическими указаниями, при этом в анализируемые пробы, стандартные и холостые растворы рекомендуется добавить азотную кислоту. Массовая доля азотной кислоты должна составлять не менее 1%.

Коммерчески доступен: ГСО 7780-2000

### Интерференции

Ионизацию лития можно преодолеть добавлением солей калия в анализируемые растворы. Другие интерференции могут быть снижены при работе в пламени ацетилен – закись азота.

## Магний



## Параметры анализа

Аналитическая линия:	285.2нм
Ширина щели:	0.4нм
Цифровой фильтр:	1.0
Ток накала ЛПК:	5.0 мА
Время интегрирования:	3.0 с
Коррекция фона:	D <sub>2</sub> /Смита-Хифти
Тип пламени:	Воздух /Ацетилен
Стехиометрия пламени:	Окислительное
Чувствительность:	0.003 мг/л
Предел обнаружения:	0.0018 мг/л
Рабочий диапазон:	0.007-0.4 мг/л



## Альтернативные длины волн

Длина волны	Ширина щели	Чувствительность	Предел обнаружения	Рабочий диапазон
(2) 202.6нм	0.4нм	0.10 мг/л	0.07 мг/л	0.32-25 мг/л

## Стандартные растворы

Рабочие стандартные растворы рекомендуется приготовить из исходного стандартного раствора с концентрацией 1000 мг/л. Растворы необходимо разбавлять в соответствии с методическими указаниями, при этом в анализируемые пробы, стандартные и холостые растворы рекомендуется добавить азотную кислоту. Массовая доля азотной кислоты должна составлять не менее 1%.

Коммерчески доступен: ГСО 7767-2000

## Интерференции

Уменьшить сигнал атомной абсорбции могут следующие элементы: Al, P, Si, Ti(в больших концентрациях). Для избавления от этого эффекта необходимо внести в анализируемые растворы хлорид лантана так, чтобы его массовое содержание составило 1%.

## Марганец

## Параметры анализа

Аналитическая линия:	279.5нм
Ширина щели:	0.4нм
Цифровой фильтр:	1.0
Ток накала ЛПК:	5.0 мА
Время интегрирования:	3.0 с
Коррекция фона:	D <sub>2</sub> /Смита-Хифти
Тип пламени:	Воздух /Ацетилен
Стехиометрия пламени:	Окислительное
Чувствительность:	0.02 мг/л
Предел обнаружения:	0.002 мг/л
Рабочий диапазон:	0.01-3.5 мг/л



## Альтернативные длины волн

Длина волны	Ширина щели	Чувствительность	Предел обнаружения	Рабочий диапазон
(2) 279.8нм	0.2нм	0.03 мг/л	0.004 мг/л	0.02-7.0 мг/л
(3) 280.1нм	0.4нм	0.07 мг/л	0.020 мг/л	0.10-15 мг/л

## Стандартные растворы

Рабочие стандартные растворы рекомендуется приготовить из исходного стандартного раствора с концентрацией 1000 мг/л. Растворы необходимо разбавлять в соответствии с методическими указаниями, при этом в анализируемые пробы, стандартные и холостые растворы рекомендуется добавить азотную кислоту. Массовая доля азотной кислоты должна составлять не менее 1%.

Коммерчески доступен: ГСО 8056-94, МСО 0014:1998

## Интерференции

Чувствительность измерений может быть понижена в том случае, если в анализируемых растворах содержатся следующие анионы: силикат, борат, вольфрамат, дихромат, цианид. Для избавления от интерференций рекомендуется добавить ЭДТА (Трилон Б) в анализируемые растворы.

## Молибден

## Параметры анализа

Аналитическая линия:	313.3нм
Ширина щели:	0.8нм
Цифровой фильтр:	1.0
Ток накала ЛПК:	5.0 мА
Время интегрирования:	3.0 с
Коррекция фона:	Нет/Смита-Хифти
Тип пламени:	N <sub>2</sub> O /Ацетилен
Стехиометрия пламени:	Восстановительное
Чувствительность:	0.20 мг/л
Предел обнаружения:	0.04 мг/л
Рабочий диапазон:	0.20-7.0 мг/л



## Альтернативные длины волн

Длина волны	Ширина щели	Чувствительность	Предел обнаружения	Рабочий диапазон
(2) 317.0 нм	0.8нм	0.50 мг/л	0.10 мг/л	0.50-20 мг/л
(3) 319.4нм	0.4нм	0.70 мг/л	0.14 мг/л	0.80-25 мг/л
(4) 390.3нм	0.4нм	1.40 мг/л	0.30 мг/л	1.60-100 мг/л

## Стандартные растворы

Рабочие стандартные растворы рекомендуется приготовить из исходного стандартного раствора с концентрацией 1000 мг/л. Растворы необходимой разбавлять в соответствии с методическими указаниями, при этом в анализируемые пробы, стандартные и холостые растворы рекомендуется добавить азотную кислоту. Массовая доля азотной кислоты должна составлять не менее 1%.

Коммерчески доступен: ГСО 7768-2000

## Интерференции

Уменьшить сигнал атомной абсорбции могут следующие элементы: Ca, Fe, Sr. Для избавления от этого эффекта необходимо внести в анализируемые растворы соли алюминия так, чтобы его массовое содержание составило 2 ppm.

## Никель

## Параметры анализа

Аналитическая линия:	232.0нм
Ширина щели:	0.2нм
Цифровой фильтр:	1.0
Ток накала ЛПК:	5.0 мА
Время интегрирования:	3.0 с
Коррекция фона:	D <sub>2</sub> /Смита-Хифти
Тип пламени:	Воздух /Ацетилен
Стехиометрия пламени:	Окислительное
Чувствительность:	0.05 мг/л
Предел обнаружения:	0.008 мг/л
Рабочий диапазон:	0.04-8.0 мг/л



## Альтернативные длины волн

Длина волны	Ширина щели	Чувствительность	Предел обнаружения	Рабочий диапазон
(2) 231.1нм	0.2нм	0.08 мг/л	0.015 мг/л	0.06-12 мг/л
(3) 252.3нм	0.4нм	0.15 мг/л	0.03 мг/л	0.15-20 мг/л
(4) 241.5нм	0.4нм	0.16 мг/л	0.035 мг/л	0.17-20 мг/л

## Стандартные растворы

Рабочие стандартные растворы рекомендуется приготовить из исходного стандартного раствора с концентрацией 1000 мг/л. Растворы необходимой разбавлять в соответствии с методическими указаниями, при этом в анализируемые пробы, стандартные и холостые растворы рекомендуется добавить азотную кислоту. Массовая доля азотной кислоты должна составлять не менее 1%.

Коммерчески доступен: ГСО 7265-96

## Интерференции

Уменьшить сигнал атомной абсорбции могут следующие элементы: Fe, Cr. Для избавления от этого эффекта необходимо рекомендуется работать с пламенем ацетилен – закись азота, однако, при этом может уменьшиться чувствительность.

## Палладий

## Параметры анализа

Аналитическая линия:	244.8нм
Ширина щели:	0.4нм
Цифровой фильтр:	1.0
Ток накала ЛПК:	5.0 мА
Время интегрирования:	3.0 с
Коррекция фона:	D <sub>2</sub> /Смита-Хифти
Тип пламени:	Воздух /Ацетилен
Стехиометрия пламени:	Окислительное
Чувствительность:	0.08 мг/л
Предел обнаружения:	0.03 мг/л
Рабочий диапазон:	0.20-14.0 мг/л



## Альтернативные длины волн

Длина волны	Ширина щели	Чувствительность	Предел обнаружения	Рабочий диапазон
(2) 247.6нм	0.4нм	0.10 мг/л	0.05 мг/л	0.30-20мг/л
(3) 276.3нм	0.4нм	0.30 мг/л	0.15 мг/л	1.00-75 мг/л

## Стандартные растворы

Рабочие стандартные растворы рекомендуется приготовить из исходного стандартного раствора с концентрацией 1000 мг/л. Растворы необходимо разбавлять в соответствии с методическими указаниями, при этом в анализируемые пробы, стандартные и холостые растворы рекомендуется добавить азотную кислоту. Массовая доля азотной кислоты должна составлять не менее 1%.

Коммерчески доступен: p/n 78437-100ML byFluka

## Интерференции

Уменьшить сигнал атомной абсорбции могут следующие элементы: Co, Ni, Al. Для избавления от этого эффекта необходимо внести в анализируемые растворы ЭДТА (Трилон Б) так, чтобы его массовое содержание составило 0.5%.

## Фосфор

P

## Параметры анализа

Аналитическая линия:	213.6нм
Ширина щели:	0.4нм
Цифровой фильтр:	1.0
Ток накала ЛПК:	5.0 мА
Время интегрирования:	3.0 с
Коррекция фона:	D <sub>2</sub> /Смита-Хифти
Тип пламени:	N <sub>2</sub> O /Ацетилен
Стехиометрия пламени:	Восстановительное
Чувствительность:	120.0 мг/л
Предел обнаружения:	10.0 мг/л
Рабочий диапазон:	50.0-18000 мг/л



## Альтернативные длины волн

Длина волны	Ширина щели	Чувствительность	Предел обнаружения	Рабочий диапазон
(2) 214.9нм	0.4нм	200 мг/л	18.0 мг/л	80.0-25000мг/л

## Стандартные растворы

Рабочие стандартные растворы рекомендуется приготовить из исходного стандартного раствора с концентрацией 1000 мг/л. Растворы необходимо разбавлять в соответствии с методическими указаниями, при этом в анализируемые пробы, стандартные и холостые растворы рекомендуется добавить азотную кислоту. Массовая доля азотной кислоты должна составлять не менее 1%.

Коммерчески доступен: ГСО 7241-96

## Интерференции

Никаких серьезных интерференций для этого элемента нет.

## Платина

## Параметры анализа

Аналитическая линия:	265.9нм
Ширина щели:	0.4нм
Цифровой фильтр:	1.0
Ток накала ЛПК:	5.0 мА
Время интегрирования:	3.0 с
Коррекция фона:	D <sub>2</sub> /Смита-Хифти
Тип пламени:	Воздух /Ацетилен
Стехиометрия пламени:	Окислительное
Чувствительность:	0.80 мг/л
Предел обнаружения:	0.12 мг/л
Рабочий диапазон:	0.50-100 мг/л



## Альтернативные длины волн

Длина волны	Ширина щели	Чувствительность	Предел обнаружения	Рабочий диапазон
(2) 306.5нм	0.4нм	1.20 мг/л	0.20 мг/л	0.80-120мг/л
(3) 262.8нм	0.4нм	1.60 мг/л	0.27 мг/л	1.10-150мг/л

## Стандартные растворы

Рабочие стандартные растворы рекомендуется приготовить из исходного стандартного раствора с концентрацией 1000 мг/л. Растворы необходимо разбавлять в соответствии с методическими указаниями, при этом в анализируемые пробы, стандартные и холостые растворы рекомендуется добавить азотную кислоту. Массовая доля азотной кислоты должна составлять не менее 1%.

Коммерчески доступен: p/n 47037-100ML byFluka

## Интерференции

Чувствительность могут понизить практически любые элементы, находящиеся в высоких концентрациях. Для избавления от данного эффекта рекомендуется добавить раствор хлорида лантана с содержанием 0.2% (растворитель – HCl 0.1%).

## Калий

K

## Параметры анализа

Аналитическая линия:	766.5нм
Ширина щели:	0.4нм
Цифровой фильтр:	1.0
Ток накала ЛПК:	5.0 мА
Время интегрирования:	3.0 с
Коррекция фона:	Нет/Смита-Хифти
Тип пламени:	Воздух /Ацетилен
Стехиометрия пламени:	Окислительное
Чувствительность:	0.008 мг/л
Предел обнаружения:	0.001 мг/л
Рабочий диапазон:	0.008-1.2 мг/л



## Альтернативные длины волн

Длина волны	Ширина щели	Чувствительность	Предел обнаружения	Рабочий диапазон
(2) 769.9нм	0.4нм	0.02 мг/л	0.003 мг/л	0.02- 3.0мг/л
(3) 404.4нм	0.4нм	2.50 мг/л	0.35 мг/л	2.50-250мг/л

## Стандартные растворы

Рабочие стандартные растворы рекомендуется приготовить из исходного стандартного раствора с концентрацией 1000 мг/л. Растворы необходимо разбавлять в соответствии с методическими указаниями, при этом в анализируемые пробы, стандартные и холостые растворы рекомендуется добавить азотную кислоту. Массовая доля азотной кислоты должна составлять не менее 1%.

Коммерчески доступен: ГСО 8092-94, МСО 0019:1998

## Интерференции

Возможны существенные ионизационные процессы. Частично подавить их возможно добавлением солей лантана или цезия в анализируемые растворы.

## Родий



## Параметры анализа

Аналитическая линия:	343.5нм
Ширина щели:	0.4нм
Цифровой фильтр:	1.0
Ток накала ЛПК:	5.0 мА
Время интегрирования:	3.0 с
Коррекция фона:	Нет/Смита-Хифти
Тип пламени:	Воздух /Ацетилен
Стехиометрия пламени:	Окислительное
Чувствительность:	0.09 мг/л
Предел обнаружения:	0.009 мг/л
Рабочий диапазон:	0.05-15.0 мг/л



## Альтернативные длины волн

Длина волны	Ширина щели	Чувствительность	Предел обнаружения	Рабочий диапазон
(2) 369.2 нм	0.4нм	0.16 мг/л	0.02 мг/л	0.09-20мг/л
(3) 339.7нм	0.4нм	0.20 мг/л	0.03 мг/л	0.15-25 мг/л

## Стандартные растворы

Рабочие стандартные растворы рекомендуется приготовить из исходного стандартного раствора с концентрацией 1000 мг/л. Растворы необходимо разбавлять в соответствии с методическими указаниями, при этом в анализируемые пробы, стандартные и холостые растворы рекомендуется добавить азотную кислоту. Массовая доля азотной кислоты должна составлять не менее 1%.

Коммерчески доступен: p/n11561-100MLbyFluka

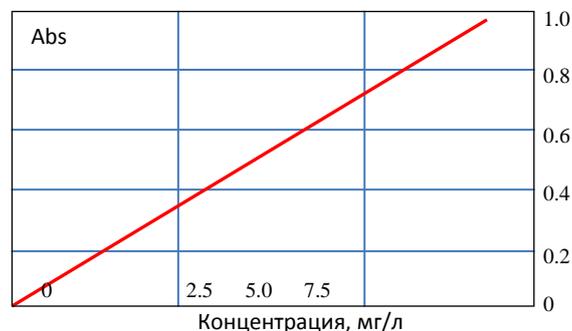
## Интерференции

На сигнал атомной абсорбции может влиять присутствие щелочных металлов. Для увеличения чувствительности рекомендуется добавить раствор серной или фосфорной кислоты или же сульфат натрия  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ .

## Рубидий

## Параметры анализа

Аналитическая линия:	780.0нм
Ширина щели:	0.4нм
Цифровой фильтр:	1.0
Ток накала ЛПК:	5.0 мА
Время интегрирования:	3.0 с
Коррекция фона:	Нет/Смита-Хифти
Тип пламени:	Воздух /Ацетилен
Стехиометрия пламени:	Окислительное
Чувствительность:	0.02 мг/л
Предел обнаружения:	0.003 мг/л
Рабочий диапазон:	0.015-4.0 мг/л



## Альтернативные длины волн

Длина волны	Ширина щели	Чувствительность	Предел обнаружения	Рабочий диапазон
(2) 794.8нм	0.4нм	0.04 мг/л	0.008 мг/л	0.04-10мг/л
(3) 420.2нм	0.4нм	6.40 мг/л	0.75 мг/л	4.50-150 мг/л

## Стандартные растворы

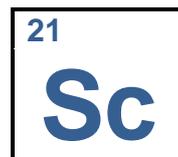
Рабочие стандартные растворы рекомендуется приготовить из исходного стандартного раствора с концентрацией 1000 мг/л. Растворы необходимо разбавлять в соответствии с методическими указаниями, при этом в анализируемые пробы, стандартные и холостые растворы рекомендуется добавить азотную кислоту. Массовая доля азотной кислоты должна составлять не менее 1%.

Коммерчески доступен: ГСО 7034-95

## Интерференции

Элемент ионизируется в пламени. Этот эффект устраняется добавлением солей щелочных металлов так, чтобы их массовая доля в растворе составила 0.1%.

## Скандий



## Параметры анализа

Аналитическая линия:	391.2нм
Ширина щели:	0.4нм
Цифровой фильтр:	1.0
Ток накала ЛПК:	5.0 мА
Время интегрирования:	3.0 с
Коррекция фона:	Нет/Смита-Хифти
Тип пламени:	Воздух /Ацетилен
Стехиометрия пламени:	Восстановительное
Чувствительность:	0.20 мг/л
Предел обнаружения:	0.02 мг/л
Рабочий диапазон:	0.40-40 мг/л



## Альтернативные длины волн

Длина волны	Ширина щели	Чувствительность	Предел обнаружения	Рабочий диапазон
(2) 390.8нм	0.4нм	0.30 мг/л	0.03 мг/л	0.60-70мг/л
(3) 402.4нм	0.4нм	0.30 мг/л	0.03 мг/л	0.70-80 мг/л

## Стандартные растворы

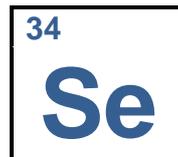
Рабочие стандартные растворы рекомендуется приготовить из исходного стандартного раствора с концентрацией 1000 мг/л. Растворы необходимо разбавлять в соответствии с методическими указаниями, при этом в анализируемые пробы, стандартные и холостые растворы рекомендуется добавить азотную кислоту. Массовая доля азотной кислоты должна составлять не менее 1%.

Коммерчески доступен: р/н 92279-100MLbyFluka

## Интерференции

Элемент ионизируется в пламени. Этот эффект устраняется добавлением хлорида калия так, чтобы его массовая доля в растворе составила 0.5%.

## Селен



## Параметры анализа

Аналитическая линия:	196.0нм
Ширина щели:	0.4нм
Цифровой фильтр:	1.0
Ток накала ЛПК:	5.0 мА
Время интегрирования:	3.0 с
Коррекция фона:	D <sub>2</sub> /Смита-Хифти
Тип пламени:	Воздух /Ацетилен
Стехиометрия пламени:	Окислительное
Чувствительность:	0.20 мг/л
Предел обнаружения:	0.15 мг/л
Рабочий диапазон:	0.50-30 мг/л



## Альтернативные длины волн

Длина волны	Ширина щели	Чувствительность	Предел обнаружения	Рабочий диапазон
(2) 204.0нм	0.4нм	1.20 мг/л	0.90 мг/л	3.0-100мг/л
(3) 206.3нм	0.4нм	5.10 мг/л	3.90 мг/л	12.0-200 мг/л

## Стандартные растворы

Рабочие стандартные растворы рекомендуется приготовить из исходного стандартного раствора с концентрацией 1000 мг/л. Растворы необходимо разбавлять в соответствии с методическими указаниями, при этом в анализируемые пробы, стандартные и холостые растворы рекомендуется добавить азотную кислоту. Массовая доля азотной кислоты должна составлять не менее 1%.

Коммерчески доступен: ГСО 7779-2000

## Интерференции

Никаких серьезных интерференций для этого элемента нет.

## Кремний

## Параметры анализа

Аналитическая линия:	251.6нм
Ширина щели:	0.2нм
Цифровой фильтр:	1.0
Ток накала ЛПК:	5.0 мА
Время интегрирования:	3.0 с
Коррекция фона:	D <sub>2</sub> /Смита-Хифти
Тип пламени:	N <sub>2</sub> O /Ацетилен
Стехиометрия пламени:	Восстановительное
Чувствительность:	1.00 мг/л
Предел обнаружения:	0.70 мг/л
Рабочий диапазон:	2.5-150 мг/л



## Альтернативные длины волн

Длина волны	Ширина щели	Чувствительность	Предел обнаружения	Рабочий диапазон
(2) 251.9нм	0.2нм	1.50 мг/л	1.10 мг/л	4.0-250мг/л

## Стандартные растворы

Рабочие стандартные растворы рекомендуется приготовить из исходного стандартного раствора с концентрацией 1000 мг/л. Растворы необходимо разбавлять в соответствии с методическими указаниями, при этом в анализируемые пробы, стандартные и холостые растворы рекомендуется добавить азотную кислоту. Массовая доля азотной кислоты должна составлять не менее 1%.

Коммерчески доступен: ГСО 8212-2002

## Интерференции

Высокие содержания алюминия или щелочных металлов могут понижать сигнал атомной абсорбции. Рекомендуется добавить 1% HF.

## Серебро

## Параметры анализа

Аналитическая линия:	328.1нм
Ширина щели:	0.4нм
Цифровой фильтр:	1.0
Ток накала ЛПК:	5.0 мА
Время интегрирования:	3.0 с
Коррекция фона:	Нет/Смита-Хифти
Тип пламени:	Воздух /Ацетилен
Стехиометрия пламени:	Окислительное
Чувствительность:	0.02 мг/л
Предел обнаружения:	0.003 мг/л
Рабочий диапазон:	0.02-4.0 мг/л



## Альтернативные длины волн

Длина волны	Ширина щели	Чувствительность	Предел обнаружения	Рабочий диапазон
(2) 338.3нм	0.4нм	0.05 мг/л	0.008 мг/л	0.05-8.0мг/л

## Стандартные растворы

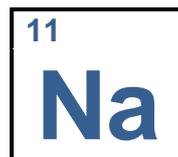
Рабочие стандартные растворы рекомендуется приготовить из исходного стандартного раствора с концентрацией 1000 мг/л. Растворы необходимой разбавлять в соответствии с методическими указаниями, при этом в анализируемы пробы, стандартные и холостые растворы рекомендуется добавить азотную кислоту. Массовая доля азотной кислоты должна составлять не менее 1%.

Коммерчески доступен: ГСО 7782-2000

## Интерференции

Сигнал атомной абсорбции может понижаться, если в растворе присутствуют ионы алюминия или минеральные кислоты. Наличие галогенид-ионов могут привести к образованию малорастворимых осадков.

## Натрий



### Параметры анализа

Аналитическая линия:	589.0нм
Ширина щели:	0.2нм
Цифровой фильтр:	1.0
Ток накала ЛПК:	5.0 мА
Время интегрирования:	3.0 с
Коррекция фона:	Нет/Смита-Хифти
Тип пламени:	Воздух /Ацетилен
Стехиометрия пламени:	Окислительное
Чувствительность:	0.003 мг/л
Предел обнаружения:	0.002 мг/л
Рабочий диапазон:	0.02-1.0 мг/л



### Альтернативные длины волн

Длина волны	Ширина щели	Чувствительность	Предел обнаружения	Рабочий диапазон
(2) 330.2нм	0.4нм	0.70 мг/л	0.30 мг/л	2.50-150мг/л

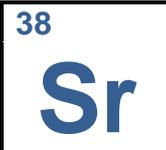
### Стандартные растворы

Рабочие стандартные растворы рекомендуется приготовить из исходного стандартного раствора с концентрацией 1000 мг/л. Растворы необходимо разбавлять в соответствии с методическими указаниями, при этом в анализируемые пробы, стандартные и холостые растворы рекомендуется добавить азотную кислоту. Массовая доля азотной кислоты должна составлять не менее 1%.

Коммерчески доступен: ГСО 8062-94 МСО 0018:1998

### Интерференции

Элемент ионизируется в пламени. Этот эффект устраняется добавлением солей цезия или калия так, чтобы концентрация в растворе составила 1000ppm.



## Стронций

### Параметры анализа

Аналитическая линия:	460.7нм
Ширина щели:	0.4нм
Цифровой фильтр:	1.0
Ток накала ЛПК:	5.0 мА
Время интегрирования:	3.0 с
Коррекция фона:	D <sub>2</sub> /Смита-Хифти
Тип пламени:	N <sub>2</sub> O/Ацетилен
Стехиометрия пламени:	Восстановительное
Чувствительность:	0.02 мг/л
Предел обнаружения:	0.005 мг/л
Рабочий диапазон:	0.015-3.0 мг/л



### Альтернативные длины волн

Длина волны	Ширина щели	Чувствительность	Предел обнаружения	Рабочий диапазон
(2) 407.8нм	0.4нм	0.40 мг/л	0.09 мг/л	0.30-60мг/л

### Стандартные растворы

Рабочие стандартные растворы рекомендуется приготовить из исходного стандартного раствора с концентрацией 1000 мг/л. Растворы необходимо разбавлять в соответствии с методическими указаниями, при этом в анализируемые пробы, стандартные и холостые растворы рекомендуется добавить азотную кислоту. Массовая доля азотной кислоты должна составлять не менее 1%.

Коммерчески доступен: ГСО 7145-95, МСО 0083:1999

### Интерференции

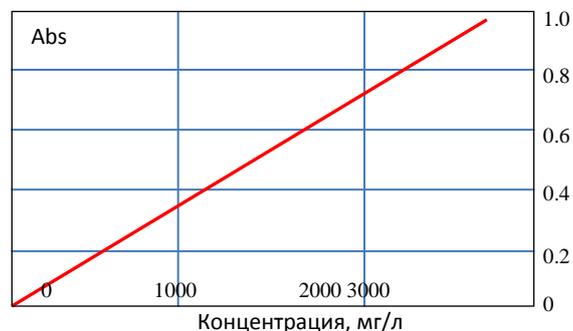
Элемент ионизируется в пламени. Этот эффект устраняется добавлением хлорида калия так, чтобы его концентрация в растворе составила 2 г/л.

## Тантал



## Параметры анализа

Аналитическая линия:	273.5нм
Ширина щели:	0.4нм
Цифровой фильтр:	1.0
Ток накала ЛПК:	5.0 мА
Время интегрирования:	3.0 с
Коррекция фона:	D <sub>2</sub> /Смита-Хифти
Тип пламени:	N <sub>2</sub> O/Ацетилен
Стехиометрия пламени:	Восстановительное
Чувствительность:	10.0 мг/л
Предел обнаружения:	2.20 мг/л
Рабочий диапазон:	10.0-1500 мг/л



## Альтернативные длины волн

Длина волны	Ширина щели	Чувствительность	Предел обнаружения	Рабочий диапазон
(2) 260.9нм	0.4нм	21.0 мг/л	5.1 мг/л	24-3000мг/л
(3) 277.6нм	0.4нм	22.0 мг/л	6.2 мг/л	28-3500 мг/л

## Стандартные растворы

Рабочие стандартные растворы рекомендуется приготовить из исходного стандартного раствора с концентрацией 1000 мг/л. Растворы необходимо разбавлять в соответствии с методическими указаниями, при этом в анализируемые пробы, стандартные и холостые растворы рекомендуется добавить азотную кислоту. Массовая доля азотной кислоты должна составлять не менее 1%.

Коммерчески доступен: p/nY0-88209-44byColeParmer

## Интерференции

Для того, чтобы избежать нежелательных процессов окисления в пламени, рекомендуется добавить раствор ионов алюминия с содержанием 0.2% (растворитель 1% HF).

## Теллур

## Параметры анализа

Аналитическая линия:	214.3нм
Ширина щели:	0.2нм
Цифровой фильтр:	1.0
Ток накала ЛПК:	5.0 мА
Время интегрирования:	3.0 с
Коррекция фона:	D <sub>2</sub> /Смита-Хифти
Тип пламени:	Воздух /Ацетилен
Стехиометрия пламени:	Окислительное
Чувствительность:	0.2 мг/л
Предел обнаружения:	0.05 мг/л
Рабочий диапазон:	0.25-30 мг/л



## Альтернативные длины волн

Длина волны	Ширина щели	Чувствительность	Предел обнаружения	Рабочий диапазон
(2) 225.9нм	0.4нм	2.3 мг/л	0.5 мг/л	2.5-200мг/л

## Стандартные растворы

Рабочие стандартные растворы рекомендуется приготовить из исходного стандартного раствора с концентрацией 1000 мг/л. Растворы необходимо разбавлять в соответствии с методическими указаниями, при этом в анализируемые пробы, стандартные и холостые растворы рекомендуется добавить азотную кислоту. Массовая доля азотной кислоты должна составлять не менее 1%.

Коммерчески доступен: 365638-100MLbyFluka

## Интерференции

Рекомендуется вводить матричные модификаторы

## Таллий

## Параметры анализа

Аналитическая линия:	276.8нм
Ширина щели:	0.4нм
Цифровой фильтр:	1.0
Ток накала ЛПК:	5.0 мА
Время интегрирования:	3.0 с
Коррекция фона:	D <sub>2</sub> /Смита-Хифти
Тип пламени:	Воздух /Ацетилен
Стехиометрия пламени:	Окислительное
Чувствительность:	0.15 мг/л
Предел обнаружения:	0.05 мг/л
Рабочий диапазон:	0.10-20 мг/л



## Альтернативные длины волн

Длина волны	Ширина щели	Чувствительность	Предел обнаружения	Рабочий диапазон
(2) 377.6нм	0.4нм	0.40 мг/л	0.15 мг/л	0.30-50мг/л

## Стандартные растворы

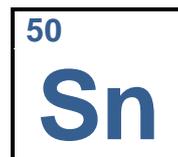
Рабочие стандартные растворы рекомендуется приготовить из исходного стандартного раствора с концентрацией 1000 мг/л. Растворы необходимо разбавлять в соответствии с методическими указаниями, при этом в анализируемые пробы, стандартные и холостые растворы рекомендуется добавить азотную кислоту. Массовая доля азотной кислоты должна составлять не менее 1%.

Коммерчески доступен: AC19636-1000 byAcrosOrganics

## Интерференции

Рекомендуется вводить матричные модификаторы.

## Олово



### Параметры анализа

Аналитическая линия:	224.6нм
Ширина щели:	0.4нм
Цифровой фильтр:	1.0
Ток накала ЛПК:	5.0 мА
Время интегрирования:	3.0 с
Коррекция фона:	D <sub>2</sub> /Смита-Хифти
Тип пламени:	N <sub>2</sub> O/Ацетилен
Стехиометрия пламени:	Восстановительное
Чувствительность:	0.50 мг/л
Предел обнаружения:	0.10 мг/л
Рабочий диапазон:	0.70-75 мг/л



### Альтернативные длины волн

Длина волны	Ширина щели	Чувствительность	Предел обнаружения	Рабочий диапазон
(2) 286.3нм	0.8нм	1.10 мг/л	0.25 мг/л	1.70-150мг/л

### Стандартные растворы

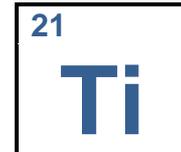
Рабочие стандартные растворы рекомендуется приготовить из исходного стандартного раствора с концентрацией 1000 мг/л. Растворы необходимой разбавлять в соответствии с методическими указаниями, при этом в анализируемы пробы, стандартные и холостые растворы рекомендуется добавить азотную кислоту. Массовая доля азотной кислоты должна составлять не менее 1%.

Коммерчески доступен: ГСО 7238-96, МСО 0088:1999

### Интерференции

Элемент ионизируется в пламени. Этот эффект устраняется добавлением хлорида калия так, чтобы его массовая доля в растворе составила 0.5 %.

## Титан



## Параметры анализа

Аналитическая линия:	365.4нм
Ширина щели:	0.4нм
Цифровой фильтр:	1.0
Ток накала ЛПК:	5.0 мА
Время интегрирования:	3.0 с
Коррекция фона:	Нет/Смита-Хифти
Тип пламени:	N <sub>2</sub> O/Ацетилен
Стехиометрия пламени:	Восстановительное
Чувствительность:	0.50 мг/л
Предел обнаружения:	0.05 мг/л
Рабочий диапазон:	0.40-30 мг/л



## Альтернативные длины волн

Длина волны	Ширина щели	Чувствительность	Предел обнаружения	Рабочий диапазон
(2) 264.3нм	0.2нм	0.50 мг/л	0.05 мг/л	0.40-30мг/л
(3) 320.0нм	0.4нм	0.60 мг/л	0.07 мг/л	0.60-40 мг/л
(4) 363.5нм	0.4нм	0.75 мг/л	0.09 мг/л	0.80-50мг/л

## Стандартные растворы

Рабочие стандартные растворы рекомендуется приготовить из исходного стандартного раствора с концентрацией 1000 мг/л. Растворы необходимой разбавлять в соответствии с методическими указаниями, при этом в анализируемые пробы, стандартные и холостые растворы рекомендуется добавить азотную кислоту. Массовая доля азотной кислоты должна составлять не менее 1%.

Коммерчески доступен: ГСО 7205-95

## Интерференции

Элемент ионизируется в пламени. Этот эффект устраняется добавлением солей щелочных металлов.

## Вольфрам

## Параметры анализа

Аналитическая линия:	255.1нм
Ширина щели:	0.4нм
Цифровой фильтр:	1.0
Ток накала ЛПК:	5.0 мА
Время интегрирования:	3.0 с
Коррекция фона:	D <sub>2</sub> /Смита-Хифти
Тип пламени:	N <sub>2</sub> O/Ацетилен
Стехиометрия пламени:	Восстановительное
Чувствительность:	6.0 мг/л
Предел обнаружения:	1.2 мг/л
Рабочий диапазон:	5.0-800 мг/л



## Альтернативные длины волн

Длина волны	Ширина щели	Чувствительность	Предел обнаружения	Рабочий диапазон
(2) 268.1нм	0.2нм	7.50 мг/л	1.50 мг/л	7.0-1000мг/л
(3) 294.4нм	0.4нм	9.00мг/л	2.00 мг/л	10.0-1000 мг/л

## Стандартные растворы

Рабочие стандартные растворы рекомендуется приготовить из исходного стандартного раствора с концентрацией 1000 мг/л. Растворы необходимо разбавлять в соответствии с методическими указаниями, при этом в анализируемые пробы, стандартные и холостые растворы рекомендуется добавить азотную кислоту. Массовая доля азотной кислоты должна составлять не менее 1%.

Коммерчески доступен: МСО 0542:2003

## Интерференции

Сильные интерференции могут быть вызваны наличием Co, Fe, K, Cu. Требуется удалять эти элементы из матрицы.

## Ванадий

## Параметры анализа

Аналитическая линия:	318.4нм
Ширина щели:	0.4нм
Цифровой фильтр:	1.0
Ток накала ЛПК:	5.0 мА
Время интегрирования:	3.0 с
Коррекция фона:	Нет/Смита-Хифти
Тип пламени:	N <sub>2</sub> O/Ацетилен
Стехиометрия пламени:	Восстановительное
Чувствительность:	0.35 мг/л
Предел обнаружения:	0.12 мг/л
Рабочий диапазон:	0.40-30 мг/л



## Альтернативные длины волн

Длина волны	Ширина щели	Чувствительность	Предел обнаружения	Рабочий диапазон
(2) 306.6нм	0.2нм	0.80 мг/л	0.30 мг/л	0.90-50мг/л
(3) 306.0нм	0.2нм	0.85 мг/л	0.35 мг/л	1.00-50 мг/л
(4) 305.6нм	0.4нм	1.20 мг/л	0.55 мг/л	1.60-70мг/л

## Стандартные растворы

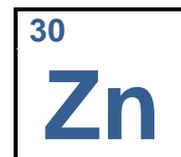
Рабочие стандартные растворы рекомендуется приготовить из исходного стандартного раствора с концентрацией 1000 мг/л. Растворы необходимой разбавлять в соответствии с методическими указаниями, при этом в анализируемые пробы, стандартные и холостые растворы рекомендуется добавить азотную кислоту. Массовая доля азотной кислоты должна составлять не менее 1%.

Коммерчески доступен: ГСО 7267-96

## Интерференции

Ванадий ионизируется в пламени. Для снижения этого эффекта рекомендуется добавлять хлорид калия ко всем растворам. Высокие содержания Al, Fe, Ti или серной кислоты могут повлиять на сигнал.

## Цинк



### Параметры анализа

Аналитическая линия:	213.9нм
Ширина щели:	0.4нм
Цифровой фильтр:	1.0
Ток накала ЛПК:	5.0 мА
Время интегрирования:	3.0 с
Коррекция фона:	D <sub>2</sub> /Смита-Хифти
Тип пламени:	N <sub>2</sub> O/Ацетилен
Стехиометрия пламени:	Восстановительное
Чувствительность:	0.01 мг/л
Предел обнаружения:	0.003 мг/л
Рабочий диапазон:	0.01-3.0 мг/л



### Альтернативные длины волн

Длина волны	Ширина щели	Чувствительность	Предел обнаружения	Рабочий диапазон
(2) 307.9нм	0.8нм	40.0 мг/л	12.5 мг/л	40-3000мг/л

### Стандартные растворы

Рабочие стандартные растворы рекомендуется приготовить из исходного стандартного раствора с концентрацией 1000 мг/л. Растворы необходимо разбавлять в соответствии с методическими указаниями, при этом в анализируемые пробы, стандартные и холостые растворы рекомендуется добавить азотную кислоту. Массовая доля азотной кислоты должна составлять не менее 1%.

Коммерчески доступен: ГСО7256-96

### Интерференции

Никаких серьезных интерференций для этого элемента нет.

## ЧАСТЬ 6

- Стандартные условия для электротермического эксперимента
- Графитовые трубки
- Условия атомизации
- Кислотность растворов
- Интерференции
- Информационные карточки по элементам

### Стандартные условия для электротермического эксперимента

Электротермический атомизатор состоит из блока питания и электротермической печи, в которой установлены электроды и графитовая трубка. При выборе электротермического метода в программном обеспечении графитовый атомизатор с помощью электропривода занимает нужную позицию в оптической системе спектрометра и заменяет систему для пламенной атомизации. Следует обратить внимание на то, что система должна быть строго выровнена и излучение ЛПК полностью проходит через профиль графитовой трубки не касаясь ее стенок. Образец вводится в графитовую трубку с помощью механической пипетки или автосэмплера. При этом объем образца не должен превышать 20 мкл. При вводе с помощью механической пипетки относительное СКО случайной погрешности, как правило, не превышает 3%. В случае ввода с помощью автосэмплера относительное СКО не превышает 1.5%.

При электротермической атомизации следует задать температурно-временную программу нагрева графитовой печи. Такая программа состоит из трех операций: осушка растворителя, прожиг органической составляющей (пиролиз) и атомизация. На первой стадии должен быть полностью удален растворитель. Эта операция самая медленная и состоит из одной или двух стадий в зависимости от типа растворителя и от анализируемого элемента. Пиролиз также состоит из 1 или 2 стадий. Атомизация состоит из одной стадии, при этом температуры для данной операции значительно более высокие (до 2650<sup>0</sup>С).

Для электротермической системы атомизации также требуется водяная циркуляционная система охлаждения. Она служит для отвода тепла от графитовой печи. Также система должна обдуваться аргоном для того, чтобы анализ выполнялся в инертной атмосфере.



### **Графитовые трубки**

Для спектрометра А-2 предназначены графитовые печи с поперечным нагревом. Такой способ нагрева не мешает прохождению оптического сигнала, а также позволяет нагревать трубки равномерно. На корпусе трубки имеется небольшое отверстие для ввода капилляра автосэмплера или наконечника механической пипетки. Графитовые трубки имеют пиролитическое покрытие, повышающее срок их службы, в них установлена платформа для более равномерной атомизации (платформа Львова).



Следует обратить внимание на то, что для некоторых элементов могут потребоваться трубки без пиролитического покрытия или без платформы.

### **Условия атомизации**

На информационных карточках представлены наиболее оптимальные условия анализа при электротермической атомизации. Температурно-временные программы содержат 6 стадий с указанием времени и интервала температур для каждой стадии. Интегрирование должно начинаться непосредственно с шага атомизации и должно заканчиваться только после того, как будет полностью получен пик аналитического сигнала. При выборе способа интегрирования следует обратить внимание на профиль сигнала: в том случае, если профиль широкий, следует воспользоваться интегрированием по высоте пика, если же атомизация протекает очень быстро, рекомендуется интегрирование по площади пика.

### **Кислотность растворов**

При приготовлении растворов для атомно-абсорбционного анализа следует учитывать, что кислотность образца не должна быть высокой. Рекомендуется применять раствор азотной кислоты с массовой долей 0.1%. Следует отметить, что высокая концентрация кислот, так же как и высокая температура атомизации значительно уменьшает срок службы графитовой трубки.

### **Интерференции**

При электротермической атомизации интерференции – это основная проблема, с которой сталкиваются Операторы. В большинстве случаев избавиться от интерференций возможно, если внести в графитовую трубку химические модификаторы. Также рекомендуется работать при более низких длинах волн и применять дейтериевую коррекцию фонового излучения.

## Алюминий

### Параметры анализа

Аналитическая линия:	309.3нм
Ширина щели:	0.4нм
Цифровой фильтр:	1.0
Ток накала ЛПК:	5.0 мА
Время интегрирования:	3.0 с
Коррекция фона:	Нет
Тип печи:	Платформа и покрытие
Кислотность:	0.1% HNO <sub>3</sub>
Чувствительность:	12.36пг/мл
Предел обнаружения:	11.80мг/мл
Рабочий диапазон:	2.00-150.0 мг/л



### Температурно-временная программа

Стадия	Температура, °С	Выход на изотерму, с	Изотерма, с	Интегрирование	Газ
1	90	10	10		Вкл.
2	150	10	10		Вкл.
3	500	5	10		Вкл.
4	1500	5	10		Вкл.
5	2400	0	3	да	Выкл.
6	2600	1	3		Вкл.

### Стандартные растворы

Рабочие стандартные растворы рекомендуется приготовить из исходного стандартного раствора с концентрацией 1000 мг/л. Растворы необходимо разбавлять в соответствии с методическими указаниями, при этом в анализируемые пробы, стандартные и холостые растворы рекомендуется добавить азотную кислоту. Массовая доля азотной кислоты должна составлять не более 0.5%.

Коммерчески доступен: ГСО 7269-96

### Интерференции

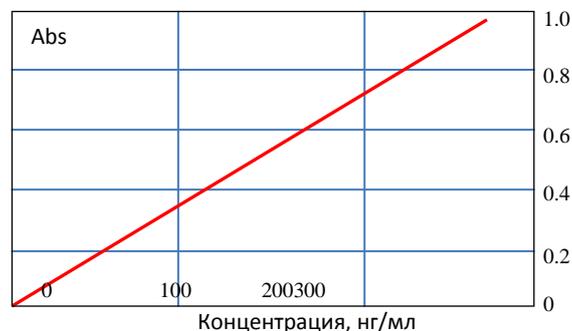
Сигнал атомной абсорбции может быть стабилизирован добавлением растворов солей магния с концентрацией 0.5 мкг/мл в образцы.



## Сурьма

### Параметры анализа

Аналитическая линия:	217.6нм
Ширина щели:	0.4нм
Цифровой фильтр:	1.0
Ток накала ЛПК:	5.0 мА
Время интегрирования:	3.0 с
Коррекция фона:	D <sub>2</sub>
Тип печи:	Платформа и покрытие
Кислотность:	0.1% HNO <sub>3</sub>
Чувствительность:	38.6пг/мл
Предел обнаружения:	22.4мг/мл
Рабочий диапазон:	5.00-200.0 мг/л



### Температурно-временная программа

Стадия	Температура, °С	Выход на изотерму, с	Изотерма, с	Интегрирование	Газ
1	70	10	10		Вкл.
2	500	20	10		Вкл.
3	1100	10	10		Вкл.
4	2200	0	3	да	Выкл.
5	2300	1	3		Вкл.

### Стандартные растворы

Рабочие стандартные растворы рекомендуется приготовить из исходного стандартного раствора с концентрацией 1000 мг/л. Растворы необходимо разбавлять в соответствии с методическими указаниями, при этом в анализируемые пробы, стандартные и холостые растворы рекомендуется добавить азотную кислоту. Массовая доля азотной кислоты должна составлять не более 1 %.

Коммерчески доступен: ГСО 8403-2003

### Интерференции

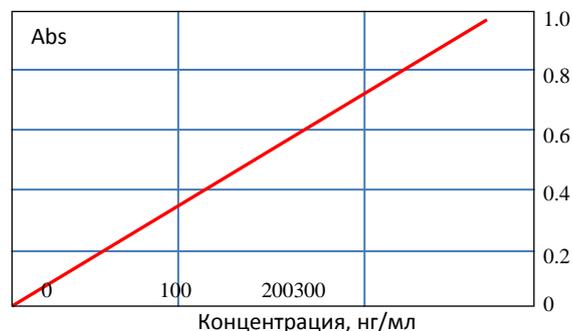
Рекомендуется добавить раствора нитрата никеля с концентрацией 25 мкг/мл в качестве матричного модификатора.



## Мышьяк

### Параметры анализа

Аналитическая линия:	193.7нм
Ширина щели:	0.4нм
Цифровой фильтр:	1.0
Ток накала ЛПК:	5.0 мА
Время интегрирования:	3.0 с
Коррекция фона:	D <sub>2</sub>
Тип печи:	Платформа и покрытие
Кислотность:	0.1% HNO <sub>3</sub>
Чувствительность:	22.92пг/мл
Предел обнаружения:	17.19мг/мл
Рабочий диапазон:	3.00-200.0 мг/л



### Температурно-временная программа

Стадия	Температура, °С	Выход на изотерму, с	Изотерма, с	Интегрирование	Газ
1	70	10	10		Вкл.
2	110	20	10		Вкл.
3	1200	10	15		Вкл.
4	2000	0	3	да	Выкл.
5	2200	1	2		Вкл.

### Стандартные растворы

Рабочие стандартные растворы рекомендуется приготовить из исходного стандартного раствора с концентрацией 1000 мг/л. Растворы необходимо разбавлять в соответствии с методическими указаниями, при этом в анализируемые пробы, стандартные и холостые растворы рекомендуется добавить азотную кислоту. Массовая доля азотной кислоты должна составлять не более 1 %.

Коммерчески доступен: ГСО 7264-96

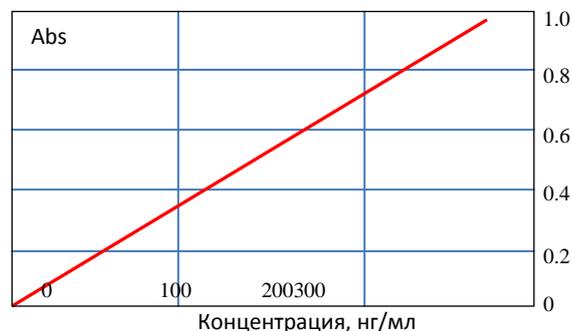
### Интерференции

Рекомендуется добавить раствора нитрата никеля с концентрацией 35 мкг/мл в качестве матричного модификатора. Также может быть использован и раствор палладия - в этом случае потребуется повысить температуру пиролиза на 250<sup>0</sup>С.

## Барий

### Параметры анализа

Аналитическая линия:	553.6нм
Ширина щели:	0.2нм
Цифровой фильтр:	1.0
Ток накала ЛПК:	5.0 мА
Время интегрирования:	3.0 с
Коррекция фона:	Нет
Тип печи:	Платформа и покрытие
Кислотность:	0.1% HNO <sub>3</sub>
Чувствительность:	12.50пг/мл
Предел обнаружения:	11.08мг/мл
Рабочий диапазон:	2.00-200.0 мг/л



### Температурно-временная программа

Стадия	Температура, °С	Выход на изотерму, с	Изотерма, с	Интегрирование	Газ
1	70	10	10		Вкл.
2	100	20	10		Вкл.
3	1000	10	15		Вкл.
4	2200	0	3	да	Выкл.
5	2300	1	2		Вкл.

### Стандартные растворы

Рабочие стандартные растворы рекомендуется приготовить из исходного стандартного раствора с концентрацией 1000 мг/л. Растворы необходимо разбавлять в соответствии с методическими указаниями, при этом в анализируемые пробы, стандартные и холостые растворы рекомендуется добавить азотную кислоту. Массовая доля азотной кислоты должна составлять не более 1 %.

Коммерчески доступен: ГСО 7760-2000

### Интерференции

Поскольку анализ проводится в видимой области спектра, могут наблюдаться спектральные интерференции. Для их устранения рекомендуется установить ширину щели 0.2 нм.



## Бериллий

### Параметры анализа

<b>Аналитическая линия:</b>	234.9нм
<b>Ширина щели:</b>	0.2нм
<b>Цифровой фильтр:</b>	0.1
<b>Ток накала ЛПК:</b>	5.0 мА
<b>Время интегрирования:</b>	3.0 с
<b>Коррекция фона:</b>	D <sub>2</sub>
<b>Тип печи:</b>	Платформа и покрытие
<b>Кислотность:</b>	0.1% HNO <sub>3</sub>
<b>Чувствительность:</b>	0.18пг/мл
<b>Предел обнаружения:</b>	0/13мг/мл
<b>Рабочий диапазон:</b>	0.02-10.0 мг/л



### Температурно-временная программа

Стадия	Температура, °С	Выход на изотерму, с	Изотерма, с	Интегрирование	Газ
1	70	10	10		Вкл.
2	120	20	15		Вкл.
3	1200	10	10		Вкл.
4	2400	0	3	да	Выкл.
5	2500	1	2		Вкл.

### Стандартные растворы

Рабочие стандартные растворы рекомендуется приготовить из исходного стандартного раствора с концентрацией 1000 мг/л. Растворы необходимо разбавлять в соответствии с методическими указаниями, при этом в анализируемые пробы, стандартные и холостые растворы рекомендуется добавить азотную кислоту. Массовая доля азотной кислоты должна составлять не более 1 %.

Коммерчески доступен: ГСО 7759-2000

### Интерференции

Для повышения чувствительности требуется добавить оксид марганца.

## Висмут

### Параметры анализа

Аналитическая линия:	234.9нм
Ширина щели:	0.2нм
Цифровой фильтр:	0.1
Ток накала ЛПК:	5.0 мА
Время интегрирования:	3.0 с
Коррекция фона:	D <sub>2</sub>
Тип печи:	Платформа и покрытие
Кислотность:	0.1% HNO <sub>3</sub>
Чувствительность:	0.18пг/мл
Предел обнаружения:	0.13мг/мл
Рабочий диапазон:	4.00-200 мг/л



### Температурно-временная программа

Стадия	Температура, °С	Выход на изотерму, с	Изотерма, с	Интегрирование	Газ
1	70	10	10		Вкл.
2	120	20	15		Вкл.
3	1200	10	10		Вкл.
4	2400	0	3	да	Выкл.
5	2500	1	2		Вкл.

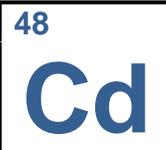
### Стандартные растворы

Рабочие стандартные растворы рекомендуется приготовить из исходного стандартного раствора с концентрацией 1000 мг/л. Растворы необходимо разбавлять в соответствии с методическими указаниями, при этом в анализируемые пробы, стандартные и холостые растворы рекомендуется добавить азотную кислоту. Массовая доля азотной кислоты должна составлять не более 1 %.

Коммерчески доступен: ГСО 7477-98

### Интерференции

Для повышения чувствительности требуется добавить раствор ионов никеля с концентрацией 35 мкг/мл.



## Кадмий

### Параметры анализа

Аналитическая линия:	228.8нм
Ширина щели:	0.4нм
Цифровой фильтр:	0.1
Ток накала ЛПК:	5.0 мА
Время интегрирования:	3.0 с
Коррекция фона:	D <sub>2</sub>
Тип печи:	Платформа и покрытие
Кислотность:	0.1% HNO <sub>3</sub>
Чувствительность:	0.40пг/мл
Предел обнаружения:	0.25мг/мл
Рабочий диапазон:	0.10-6.0 мг/л



### Температурно-временная программа

Стадия	Температура, °С	Выход на изотерму, с	Изотерма, с	Интегрирование	Газ
1	90	5	10		Вкл.
2	120	5	10		Вкл.
3	500	5	10		Вкл.
4	1800	0	3	да	Выкл.
5	1800	1	2		Вкл.

### Стандартные растворы

Рабочие стандартные растворы рекомендуется приготовить из исходного стандартного раствора с концентрацией 1000 мг/л. Растворы необходимо разбавлять в соответствии с методическими указаниями, при этом в анализируемые пробы, стандартные и холостые растворы рекомендуется добавить азотную кислоту. Массовая доля азотной кислоты должна составлять не более 1 %.

Коммерчески доступен: ГСО 7472-98

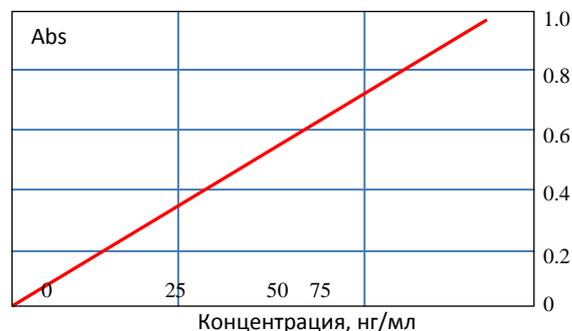
### Интерференции

Рекомендуется включать дейтериевую коррекцию фонового излучения. В качестве матричного модификатора рекомендуется использовать раствор фосфата аммония с концентрацией 100 мкг/мл.

## Хром

### Параметры анализа

Аналитическая линия:	357.9нм
Ширина щели:	0.4нм
Цифровой фильтр:	0.1
Ток накала ЛПК:	5.0 мА
Время интегрирования:	3.0 с
Коррекция фона:	D <sub>2</sub>
Тип печи:	Платформа и покрытие
Кислотность:	0.1% HNO <sub>3</sub>
Чувствительность:	3.55пг/мл
Предел обнаружения:	2.42мг/мл
Рабочий диапазон:	0.50-50.0 мг/л



### Температурно-временная программа

Стадия	Температура, °С	Выход на изотерму, с	Изотерма, с	Интегрирование	Газ
1	70	10	10		Вкл.
2	100	10	10		Вкл.
3	800	10	15		Вкл.
4	2100	0	3	да	Выкл.
5	2200	1	2		Вкл.

### Стандартные растворы

Рабочие стандартные растворы рекомендуется приготовить из исходного стандартного раствора с концентрацией 1000 мг/л. Растворы необходимо разбавлять в соответствии с методическими указаниями, при этом в анализируемые пробы, стандартные и холостые растворы рекомендуется добавить азотную кислоту. Массовая доля азотной кислоты должна составлять не более 1 %.

Коммерчески доступен: ГСО 7257-96

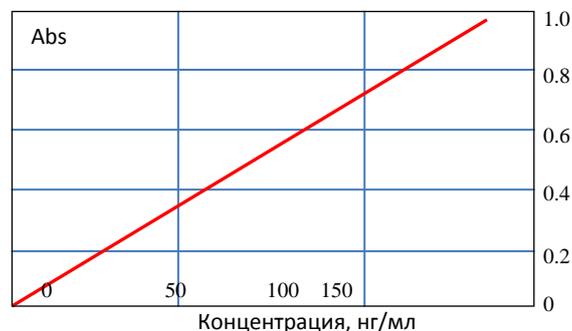
### Интерференции

В качестве матричного модификатора рекомендуется использовать раствор нитрата марганца с концентрацией 50 мкг/мл.

## Кобальт

### Параметры анализа

Аналитическая линия:	240.7нм
Ширина щели:	0.2нм
Цифровой фильтр:	0.1
Ток накала ЛПК:	7.0 мА
Время интегрирования:	3.0 с
Коррекция фона:	D <sub>2</sub>
Тип печи:	Платформа и покрытие
Кислотность:	0.1% HNO <sub>3</sub>
Чувствительность:	5.18пг/мл
Предел обнаружения:	4.23мг/мл
Рабочий диапазон:	1.00-100.0 мг/л



### Температурно-временная программа

Стадия	Температура, °С	Выход на изотерму, с	Изотерма, с	Интегрирование	Газ
1	70	5	10		Вкл.
2	100	10	10		Вкл.
3	800	10	10		Вкл.
4	2000	0	3	да	Выкл.
5	2100	1	2		Вкл.

### Стандартные растворы

Рабочие стандартные растворы рекомендуется приготовить из исходного стандартного раствора с концентрацией 1000 мг/л. Растворы необходимо разбавлять в соответствии с методическими указаниями, при этом в анализируемые пробы, стандартные и холостые растворы рекомендуется добавить азотную кислоту. Массовая доля азотной кислоты должна составлять не более 1 %.

Коммерчески доступен: ГСО 7880-2001

### Интерференции

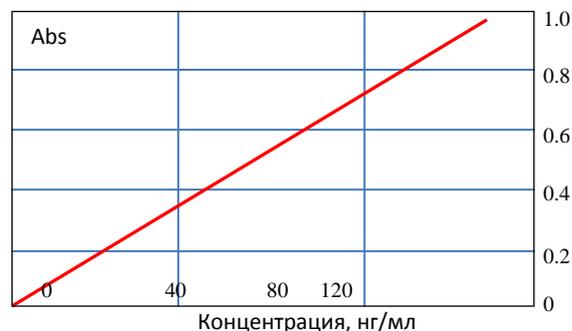
В качестве матричного модификатора рекомендуется использовать раствор ионов палладия с концентрацией 50 мкг/мл.



## Медь

### Параметры анализа

Аналитическая линия:	324.7нм
Ширина щели:	0.4нм
Цифровой фильтр:	0.1
Ток накала ЛПК:	3.0 мА
Время интегрирования:	3.0 с
Коррекция фона:	нет
Тип печи:	Платформа и покрытие
Кислотность:	0.1% HNO <sub>3</sub>
Чувствительность:	6.28пг/мл
Предел обнаружения:	3.43мг/мл
Рабочий диапазон:	0.50-70.0 мг/л



### Температурно-временная программа

Стадия	Температура, °С	Выход на изотерму, с	Изотерма, с	Интегрирование	Газ
1	70	5	10		Вкл.
2	110	10	10		Вкл.
3	600	10	15		Вкл.
4	2100	0	3	да	Выкл.
5	2200	1	2		Вкл.

### Стандартные растворы

Рабочие стандартные растворы рекомендуется приготовить из исходного стандартного раствора с концентрацией 1000 мг/л. Растворы необходимо разбавлять в соответствии с методическими указаниями, при этом в анализируемые пробы, стандартные и холостые растворы рекомендуется добавить азотную кислоту. Массовая доля азотной кислоты должна составлять не более 1 %.

Коммерчески доступен: ГСО 7764-2000

### Интерференции

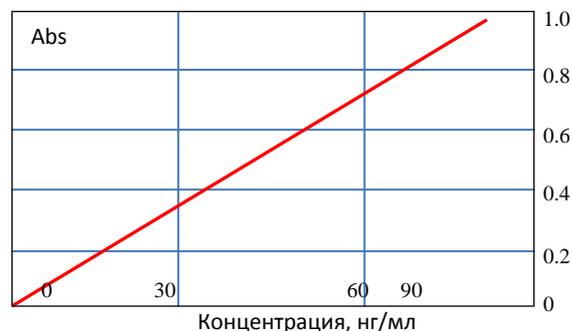
В качестве матричного модификатора рекомендуется использовать раствор ионов палладия с концентрацией 50 мкг/мл.



## Золото

### Параметры анализа

Аналитическая линия:	242.8нм
Ширина щели:	0.4нм
Цифровой фильтр:	0.1
Ток накала ЛПК:	4.0 мА
Время интегрирования:	3.0 с
Коррекция фона:	D <sub>2</sub>
Тип печи:	Платформа и покрытие
Кислотность:	0.1% HNO <sub>3</sub>
Чувствительность:	4.15пг/мл
Предел обнаружения:	2.55мг/мл
Рабочий диапазон:	0.50-50.0 мг/л



### Температурно-временная программа

Стадия	Температура, °С	Выход на изотерму, с	Изотерма, с	Интегрирование	Газ
1	70	5	10		Вкл.
2	110	10	10		Вкл.
3	600	10	15		Вкл.
4	2100	0	3	да	Выкл.
5	2200	1	2		Вкл.

### Стандартные растворы

Рабочие стандартные растворы рекомендуется приготовить из исходного стандартного раствора с концентрацией 1000 мг/л. Растворы необходимо разбавлять в соответствии с методическими указаниями, при этом в анализируемые пробы, стандартные и холостые растворы рекомендуется добавить азотную кислоту. Массовая доля азотной кислоты должна составлять не более 1 %.

Коммерчески доступен: МСО 0347:2002

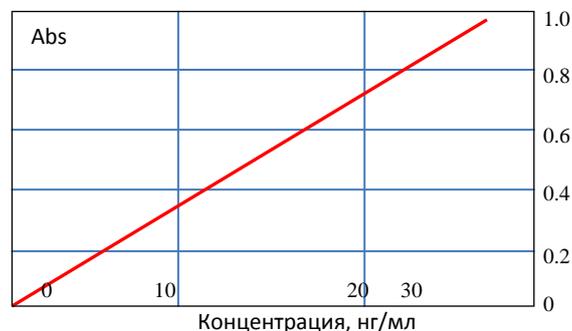
### Интерференции

В качестве матричного модификатора рекомендуется использовать раствор ионов палладия с концентрацией 15 мкг/мл + раствор ионов магния с концентрацией 10 мкг/мл.

## Железо

## Параметры анализа

Аналитическая линия:	248.3нм
Ширина щели:	0.2нм
Цифровой фильтр:	0.1
Ток накала ЛПК:	5.0 мА
Время интегрирования:	3.0 с
Коррекция фона:	D <sub>2</sub>
Тип печи:	Платформа и покрытие
Кислотность:	0.1% HNO <sub>3</sub>
Чувствительность:	1.1пг/мл
Предел обнаружения:	0.59мг/мл
Рабочий диапазон:	0.10-18.0 мг/л



## Температурно-временная программа

Стадия	Температура, °С	Выход на изотерму, с	Изотерма, с	Интегрирование	Газ
1	90	5	10		Вкл.
2	120	10	10		Вкл.
3	800	10	15		Вкл.
4	2200	0	3	да	Выкл.
5	2300	1	2		Вкл.

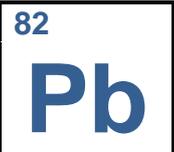
## Стандартные растворы

Рабочие стандартные растворы рекомендуется приготовить из исходного стандартного раствора с концентрацией 1000 мг/л. Растворы необходимо разбавлять в соответствии с методическими указаниями, при этом в анализируемые пробы, стандартные и холостые растворы рекомендуется добавить азотную кислоту. Массовая доля азотной кислоты должна составлять не более 1 %.

Коммерчески доступен: ГСО 7476-98

## Интерференции

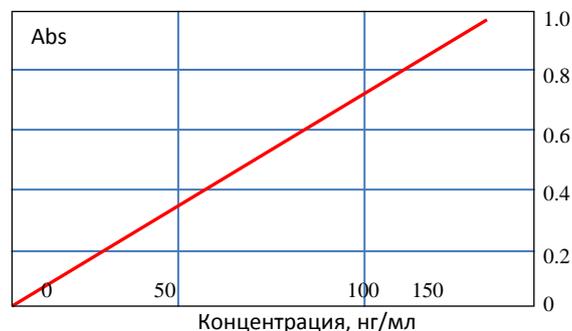
Заметны интерференции от кремния которые можно подавить, если добавить матричный модификатор, состоящий из фторида аммония или серной кислоты. Интерференции, вызываемые кобальтом, снимаются добавлением ЭДТА (Трилон Б).



## Свинец

### Параметры анализа

Аналитическая линия:	283.3нм
Ширина щели:	0.2нм
Цифровой фильтр:	0.1
Ток накала ЛПК:	3.0 мА
Время интегрирования:	3.0 с
Коррекция фона:	D <sub>2</sub>
Тип печи:	Платформа и покрытие
Кислотность:	0.1% HNO <sub>3</sub>
Чувствительность:	5.18пг/мл
Предел обнаружения:	3.88мг/мл
Рабочий диапазон:	1.00-100.0 мг/л



### Температурно-временная программа

Стадия	Температура, °С	Выход на изотерму, с	Изотерма, с	Интегрирование	Газ
1	70	10	10		Вкл.
2	110	10	10		Вкл.
3	450	10	15		Вкл.
4	1800	0	3	да	Выкл.
5	1900	1	2		Вкл.

### Стандартные растворы

Рабочие стандартные растворы рекомендуется приготовить из исходного стандартного раствора с концентрацией 1000 мг/л. Растворы необходимо разбавлять в соответствии с методическими указаниями, при этом в анализируемые пробы, стандартные и холостые растворы рекомендуется добавить азотную кислоту. Массовая доля азотной кислоты должна составлять не более 1 %.

Коммерчески доступен: ГСО 7252-96

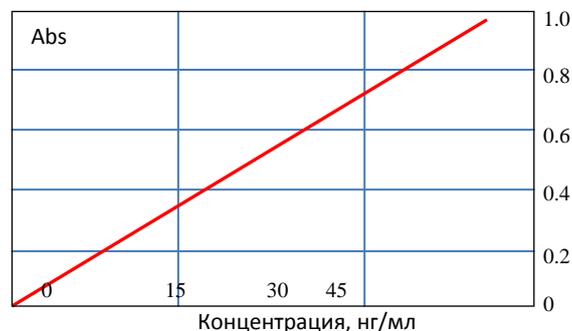
### Интерференции

Свинец - это элемент, для которого требуется точно подбирать температуру пиролиза. Для устранения интерференций рекомендуется добавить раствор нитрата лантана с концентрацией 0.01%.

## Марганец

### Параметры анализа

Аналитическая линия:	279.5нм
Ширина щели:	0.2нм
Цифровой фильтр:	0.1
Ток накала ЛПК:	3.0 мА
Время интегрирования:	3.0 с
Коррекция фона:	D <sub>2</sub>
Тип печи:	Платформа и покрытие
Кислотность:	0.1% HNO <sub>3</sub>
Чувствительность:	1.38пг/мл
Предел обнаружения:	1.03мг/мл
Рабочий диапазон:	0.25-25.0 мг/л



### Температурно-временная программа

Стадия	Температура, °С	Выход на изотерму, с	Изотерма, с	Интегрирование	Газ
1	70	5	10		Вкл.
2	110	5	10		Вкл.
3	600	10	15		Вкл.
4	2200	0	3	да	Выкл.
5	2300	1	2		Вкл.

### Стандартные растворы

Рабочие стандартные растворы рекомендуется приготовить из исходного стандартного раствора с концентрацией 1000 мг/л. Растворы необходимо разбавлять в соответствии с методическими указаниями, при этом в анализируемые пробы, стандартные и холостые растворы рекомендуется добавить азотную кислоту. Массовая доля азотной кислоты должна составлять не более 1 %.

Коммерчески доступен: ГСО 8056-94, МСО 0014:1998

### Интерференции

В качестве матричного модификатора рекомендуется использовать раствор ионов палладия с концентрацией 50 мкг/мл.

## Молибден

### Параметры анализа

Аналитическая линия:	313.3нм
Ширина щели:	0.4нм
Цифровой фильтр:	0.1
Ток накала ЛПК:	5.0 мА
Время интегрирования:	3.0 с
Коррекция фона:	Нет
Тип печи:	Платформа и покрытие
Кислотность:	0.1% HNO <sub>3</sub>
Чувствительность:	12.29пг/мл
Предел обнаружения:	7.54мг/мл
Рабочий диапазон:	1.00-200.0 мг/л



### Температурно-временная программа

Стадия	Температура, °С	Выход на изотерму, с	Изотерма, с	Интегрирование	Газ
1	70	5	10		Вкл.
2	110	5	10		Вкл.
3	800	10	15		Вкл.
4	2400	0	3	да	Выкл.
5	2500	1	2		Вкл.

### Стандартные растворы

Рабочие стандартные растворы рекомендуется приготовить из исходного стандартного раствора с концентрацией 1000 мг/л. Растворы необходимо разбавлять в соответствии с методическими указаниями, при этом в анализируемые пробы, стандартные и холостые растворы рекомендуется добавить азотную кислоту. Массовая доля азотной кислоты должна составлять не более 1 %.

Коммерчески доступен: ГСО 7768-2000

### Интерференции

Для данного элемента, как правило, интерференции не наблюдаются.

## Никель

### Параметры анализа

Аналитическая линия:	232.0нм
Ширина щели:	0.2нм
Цифровой фильтр:	0.1
Ток накала ЛПК:	4.0 мА
Время интегрирования:	3.0 с
Коррекция фона:	Нет
Тип печи:	Платформа и покрытие
Кислотность:	0.1% HNO <sub>3</sub>
Чувствительность:	8.97пг/мл
Предел обнаружения:	8.57мг/мл
Рабочий диапазон:	1.00-150.0 мг/л



### Температурно-временная программа

Стадия	Температура, °С	Выход на изотерму, с	Изотерма, с	Интегрирование	Газ
1	80	5	10		Вкл.
2	110	10	15		Вкл.
3	800	15	10		Вкл.
4	2000	0	3	да	Выкл.
5	2100	1	2		Вкл.

### Стандартные растворы

Рабочие стандартные растворы рекомендуется приготовить из исходного стандартного раствора с концентрацией 1000 мг/л. Растворы необходимо разбавлять в соответствии с методическими указаниями, при этом в анализируемые пробы, стандартные и холостые растворы рекомендуется добавить азотную кислоту. Массовая доля азотной кислоты должна составлять не более 1 %.

Коммерчески доступен: ГСО 7265-96

### Интерференции

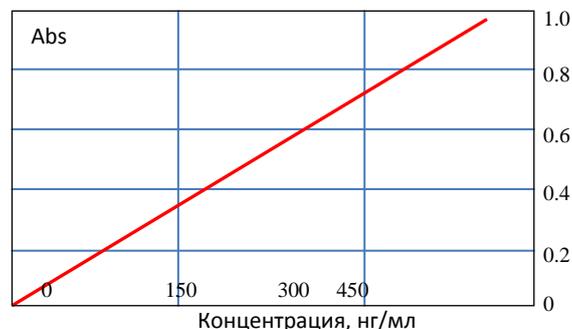
Для данного элемента, как правило, интерференции не наблюдаются.



## Палладий

### Параметры анализа

Аналитическая линия:	247.6нм
Ширина щели:	0.4нм
Цифровой фильтр:	0.1
Ток накала ЛПК:	3.0 мА
Время интегрирования:	3.0 с
Коррекция фона:	Нет
Тип печи:	Платформа и покрытие
Кислотность:	0.1% HNO <sub>3</sub>
Чувствительность:	18.33пг/мл
Предел обнаружения:	16.25мг/мл
Рабочий диапазон:	2.00-250.0 мг/л



### Температурно-временная программа

Стадия	Температура, °С	Выход на изотерму, с	Изотерма, с	Интегрирование	Газ
1	70	5	10		Вкл.
2	110	10	10		Вкл.
3	800	10	15		Вкл.
4	1800	0	3	да	Выкл.
5	1900	1	2		Вкл.

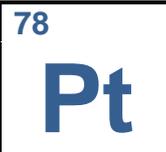
### Стандартные растворы

Рабочие стандартные растворы рекомендуется приготовить из исходного стандартного раствора с концентрацией 1000 мг/л. Растворы необходимо разбавлять в соответствии с методическими указаниями, при этом в анализируемые пробы, стандартные и холостые растворы рекомендуется добавить азотную кислоту. Массовая доля азотной кислоты должна составлять не более 1 %.

Коммерчески доступен: p/n 78437-100ML byFluka

### Интерференции

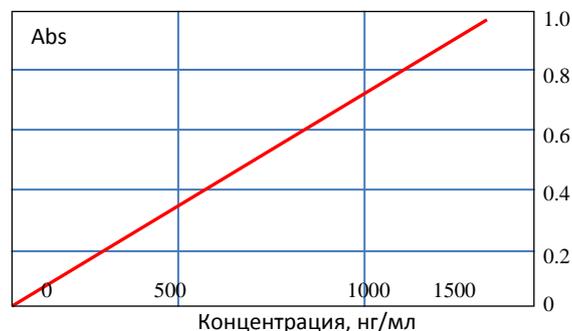
Для данного элемента, как правило, интерференции не наблюдаются.



## Платина

### Параметры анализа

Аналитическая линия:	265.9нм
Ширина щели:	0.4нм
Цифровой фильтр:	0.1
Ток накала ЛПК:	3.0 мА
Время интегрирования:	3.0 с
Коррекция фона:	Нет
Тип печи:	Платформа и покрытие
Кислотность:	0.1% HNO <sub>3</sub>
Чувствительность:	125.71 пг/мл
Предел обнаружения:	34.29 мг/мл
Рабочий диапазон:	10.00-1000.0 мг/л



### Температурно-временная программа

Стадия	Температура, °C	Выход на изотерму, с	Изотерма, с	Интегрирование	Газ
1	110	10	10		Вкл.
2	500	10	15		Вкл.
3	1200	10	10		Вкл.
4	2400	0	3	да	Выкл.
5	2500	1	2		Вкл.

### Стандартные растворы

Рабочие стандартные растворы рекомендуется приготовить из исходного стандартного раствора с концентрацией 1000 мг/л. Растворы необходимо разбавлять в соответствии с методическими указаниями, при этом в анализируемые пробы, стандартные и холостые растворы рекомендуется добавить азотную кислоту. Массовая доля азотной кислоты должна составлять не более 1 %.

Коммерчески доступен: p/n 47037-100ML byFluka

### Интерференции

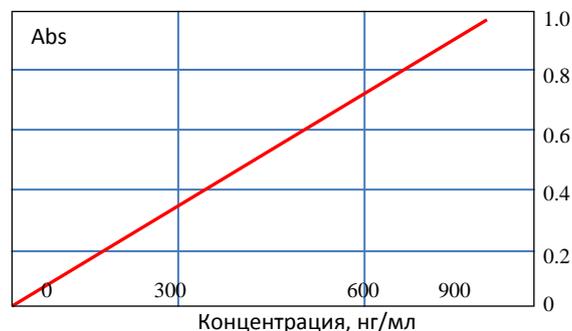
Для данного элемента, как правило, интерференции не наблюдаются.



## Родий

### Параметры анализа

Аналитическая линия:	243.5нм
Ширина щели:	0.4нм
Цифровой фильтр:	0.1
Ток накала ЛПК:	3.0 мА
Время интегрирования:	3.0 с
Коррекция фона:	D <sub>2</sub>
Тип печи:	Платформа и покрытие
Кислотность:	0.1% HNO <sub>3</sub>
Чувствительность:	47.83пг/мл
Предел обнаружения:	13.04мг/мл
Рабочий диапазон:	5.00-500.0 мг/л



### Температурно-временная программа

Стадия	Температура, °С	Выход на изотерму, с	Изотерма, с	Интегрирование	Газ
1	70	5	10		Вкл.
2	110	10	10		Вкл.
3	1000	5	10		Вкл.
4	2200	0	3	да	Выкл.
5	2300	1	2		Вкл.

### Стандартные растворы

Рабочие стандартные растворы рекомендуется приготовить из исходного стандартного раствора с концентрацией 1000 мг/л. Растворы необходимо разбавлять в соответствии с методическими указаниями, при этом в анализируемые пробы, стандартные и холостые растворы рекомендуется добавить азотную кислоту. Массовая доля азотной кислоты должна составлять не более 1 %.

Коммерчески доступен: p/n11561-100MLbyFluka

### Интерференции

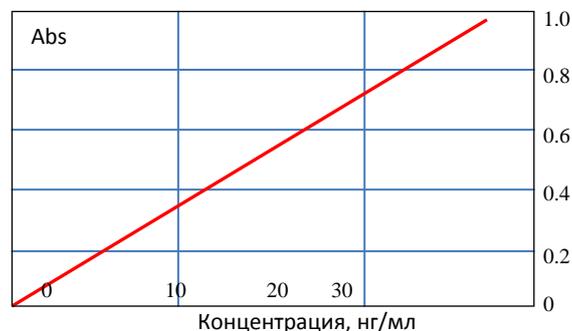
Для данного элемента, как правило, интерференции не наблюдаются.

## Серебро



### Параметры анализа

Аналитическая линия:	328.1нм
Ширина щели:	0.4нм
Цифровой фильтр:	0.1
Ток накала ЛПК:	3.0 мА
Время интегрирования:	3.0 с
Коррекция фона:	Нет
Тип печи:	Платформа и покрытие
Кислотность:	0.1% HNO <sub>3</sub>
Чувствительность:	0.98пг/мл
Предел обнаружения:	0.4мг/мл
Рабочий диапазон:	0.40-20.0 мг/л



### Температурно-временная программа

Стадия	Температура, °С	Выход на изотерму, с	Изотерма, с	Интегрирование	Газ
1	90	5	10		Вкл.
2	120	10	10		Вкл.
3	600	10	5		Вкл.
4	1800	0	3	да	Выкл.
5	1900	1	2		Вкл.

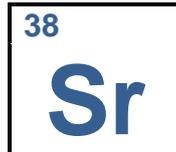
### Стандартные растворы

Рабочие стандартные растворы рекомендуется приготовить из исходного стандартного раствора с концентрацией 1000 мг/л. Растворы необходимо разбавлять в соответствии с методическими указаниями, при этом в анализируемые пробы, стандартные и холостые растворы рекомендуется добавить азотную кислоту. Массовая доля азотной кислоты должна составлять не более 1 %.

Коммерчески доступен: ГСО 7782-2000

### Интерференции

Для данного элемента, как правило, интерференции не наблюдаются.



## Серебро

### Параметры анализа

Аналитическая линия:	460.7нм
Ширина щели:	0.4нм
Цифровой фильтр:	0.1
Ток накала ЛПК:	3.0 мА
Время интегрирования:	5.0 с
Коррекция фона:	Нет
Тип печи:	Платформа и покрытие
Кислотность:	0.1% HNO <sub>3</sub>
Чувствительность:	1.93пг/мл
Предел обнаружения:	1.05мг/мл
Рабочий диапазон:	0.2-30.0 мг/л



### Температурно-временная программа

Стадия	Температура, °С	Выход на изотерму, с	Изотерма, с	Интегрирование	Газ
1	90	5	10		Вкл.
2	110	10	10		Вкл.
3	800	10	15		Вкл.
4	2400	0	3	да	Выкл.
5	2500	1	2		Вкл.

### Стандартные растворы

Рабочие стандартные растворы рекомендуется приготовить из исходного стандартного раствора с концентрацией 1000 мг/л. Растворы необходимо разбавлять в соответствии с методическими указаниями, при этом в анализируемые пробы, стандартные и холостые растворы рекомендуется добавить азотную кислоту. Массовая доля азотной кислоты должна составлять не более 1 %.

Коммерчески доступен: ГСО 7145-95, МСО 0083:1999

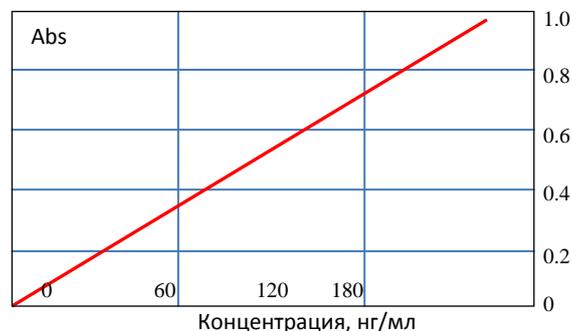
### Интерференции

Для данного элемента, как правило, интерференции не наблюдаются, но при этом довольно высок эффект памяти.

## Таллий

### Параметры анализа

Аналитическая линия:	364.3нм
Ширина щели:	0.4нм
Цифровой фильтр:	0.1
Ток накала ЛПК:	3.0 мА
Время интегрирования:	6.0 с
Коррекция фона:	Нет
Тип печи:	Платформа и покрытие
Кислотность:	0.1% HNO <sub>3</sub>
Чувствительность:	55.70пг/мл
Предел обнаружения:	53.16мг/мл
Рабочий диапазон:	10-1000 мг/л



### Температурно-временная программа

Стадия	Температура, °С	Выход на изотерму, с	Изотерма, с	Интегрирование	Газ
1	70	5	10		Вкл.
2	120	10	10		Вкл.
3	1200	10	10		Вкл.
4	2500	0	3	да	Выкл.
5	2500	1	2		Вкл.

### Стандартные растворы

Рабочие стандартные растворы рекомендуется приготовить из исходного стандартного раствора с концентрацией 1000 мг/л. Растворы необходимо разбавлять в соответствии с методическими указаниями, при этом в анализируемые пробы, стандартные и холостые растворы рекомендуется добавить азотную кислоту. Массовая доля азотной кислоты должна составлять не более 1 %.

Коммерчески доступен: AC19636-1000 byAcrosOrganics

### Интерференции

Для данного элемента довольно высок эффект памяти.

## Ванадий



### Параметры анализа

Аналитическая линия:	318.4нм
Ширина щели:	0.4нм
Цифровой фильтр:	0.1
Ток накала ЛПК:	6.0 мА
Время интегрирования:	6.0 с
Коррекция фона:	Нет
Тип печи:	Платформа и покрытие
Кислотность:	0.1% HNO <sub>3</sub>
Чувствительность:	34.38пг/мл
Предел обнаружения:	25.78мг/мл
Рабочий диапазон:	5-500 мг/л



### Температурно-временная программа

Стадия	Температура, °С	Выход на изотерму, с	Изотерма, с	Интегрирование	Газ
1	110	10	15		Вкл.
2	600	10	15		Вкл.
3	1000	10	15		Вкл.
4	2400	0	3	да	Выкл.
5	2500	1	2		Вкл.

### Стандартные растворы

Рабочие стандартные растворы рекомендуется приготовить из исходного стандартного раствора с концентрацией 1000 мг/л. Растворы необходимо разбавлять в соответствии с методическими указаниями, при этом в анализируемые пробы, стандартные и холостые растворы рекомендуется добавить азотную кислоту. Массовая доля азотной кислоты должна составлять не более 1 %.

Коммерчески доступен: ГСО 7267-96

### Интерференции

Для данного элемента, как правило, интерференции не наблюдаются