

**ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**ХИМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

Кафедра аналитической химии

**УТВЕРЖДАЮ:**

Проректор по научно-методической  
и учебной работе

Е.И. Скафа

28 июня 2017 г.



**Рабочая программа учебной дисциплины**  
**«АНАЛИТИЧЕСКАЯ АТОМНО-**  
**АБСОРБЦИОННАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ»**

Направления подготовки:	04.04.01 Химия
Магистерская программа:	химия
Программа подготовки:	академическая магистратура
Квалификация:	магистр
Форма обучения:	очная

Донецк 2017

УТВЕРЖДАЮ:

Декан химического факультета

А.В. Белый

2017 г.

«27» июня

МП

ДОНЕЦКИЙ

УНИВЕРСИТЕТ

№3

Программа составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 04.04.01 Химия, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 23 сентября 2015 г. № 1042.

Программа учебной дисциплины «Аналитическая атомно-абсорбционная спектроскопия» составлена на основе ГОС ВПО по направлению подготовки 04.04.01 Химия, утвержденного приказом Министерства образования и науки ДНР от «20» апреля 2016 г. № 459, зарегистрированного в Министерстве юстиции ДНР от 17 мая 2016 г. № 1277, «Положения об организации учебного процесса в образовательных организациях высшего профессионального образования Донецкой Народной Республики», утвержденного приказом Министерства образования и науки ДНР 07 августа 2015 г. № 380 (с изменениями и дополнениями от 30 октября 2015 г. № 750), учебного плана по направлению подготовки 04.04.01 Химия (Магистерская программа: Химия), утвержденного Ученым Советом Университета от 31.03.2017 г., протокол № 3 и основной образовательной программы, утвержденной приказом ректора (№ 77/05 от 06.05 2017 г.).

Разработчик:

Профессор, доктор химических наук,  
заведующий кафедрой аналитической  
химии

А.С. Алемасова

Программа учебной дисциплины утверждена на заседании кафедры аналитической химии.

Протокол № 25 от «12» июня 2017 г.

Заведующий кафедрой

А.С. Алемасова

Программа учебной дисциплины одобрена учебно-методической комиссией химического факультета

Протокол № 8 от «14» июня 2017 г.

Председатель учебно-методической  
комиссии химического факультета

Н.В. Яблочкова

### 1. Область применения и место дисциплины в учебном процессе.

Курс «Аналитическая атомно-абсорбционная спектроскопия» относится к вариативной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» по направлению подготовки 04.04.01 Химия (магистерская программа: химия).

Дисциплина реализуется на химическом факультете кафедрой аналитической химии.

Этот курс, опираясь на химическую (неорганическая, аналитическая, органическая, физическая химия), физическую подготовку (физика) студентов, закладывает фундамент научно-методической подготовки будущих исследователей в области атомной спектроскопии.

Полученные знания используются студентами во время выполнения научно-исследовательской работы при написании магистерской диссертации.

### 2. Структура дисциплины

Характеристика учебной дисциплины		
Направление подготовки	04.04.01 Химия	
Магистерская программа	химия	
Программа подготовки	академическая магистратура	
Квалификация	магистр	
Количество содержательных модулей	1	
Дисциплина базовой / вариативной образовательной программы	дисциплина вариативной части	
Форма контроля	1 модульный контроль, 1 зачет	
Показатели	очная форма обучения	заочная форма обучения
Количество зачетных единиц (кредитов)	4	
Год подготовки	1	
Семестр	1	
Количество часов	144	
- лекционных	13	
- практических		
- лабораторных	13	
- самостоятельной работы	118	
в т.ч. индивидуальное задание		
Недельное количество часов,	11	
в т.ч. аудиторных	2	

### 3. Описание дисциплины.

#### Цели и задачи

**Цель** изучения курса «Аналитическая атомно-абсорбционная спектроскопия» – дать студентам фундаментально-научную и практическую подготовку по теоретическим и практическим вопросам атомно-абсорбционной спектроскопии.

**Задача курса** – сформировать четкие представления об аналитической атомно-абсорбционной спектроскопии как области научного знания, ее связи с другими науками и ее практическое значение; выработка у магистров комплекса соответствующих умений, навыков и личностных свойств.

**Требования к результатам освоения дисциплины:** Процесс изучения «Аналитической атомно-абсорбционной спектроскопии» направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО РФ по направлению подготовки 04.04.01 Химия и основной образовательной программы высшего образования направления подготовки 04.04.01 Химия (магистерская программа: химия):

**а) общекультурные компетенции (ОК):**

- способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1);
- готовность действовать в нестандартных ситуациях, нести социальную и этическую ответственность за принятые решения (ОК-2).

**б) общепрофессиональные компетенции (ОПК):**

- способность использовать и развивать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач (ОПК-1);
- владение современными компьютерными технологиями при планировании исследований, получении и обработке результатов научных экспериментов, сборе, обработке, хранении, представлении и передаче научной информации (ОПК-2);
- способность реализовать нормы техники безопасности в лабораторных и технологических условиях (ОПК-3);
- готовность к коммуникации в устной и письменной формах на государственном языке РФ и иностранном языке для решения задач профессиональной деятельности (ОПК-4).

**в) профессиональные компетенции (ПК):**

- способность проводить научные исследования по сформулированной тематике, самостоятельно составлять план исследования и получать новые научные и прикладные результаты (ПК-1);
- владение теорией и навыками практической работы в избранной области химии (ПК-2);
- готовность использовать современную аппаратуру при проведении научных исследований (ПК-3);
- способность участвовать в научных дискуссиях и представлять полученные в исследованиях результаты в виде отчетов и научных публикаций (стендовые доклады, рефераты и статьи в периодической научной печати) (ПК-4).

**В результате изучения учебной дисциплины «Аналитическая атомно-абсорбционная спектроскопия» студент должен:**

**Знать:**

1. современную литературу по аналитической атомно-абсорбционной спектроскопии, государственные и международные стандарты, патенты, специализированные периодические издания и сайты в сети Интернет;
2. теоретические основы и принципы метода атомно-абсорбционной спектроскопии, аналитические сигналы в пламенном, электротермическом и нестандартных способах атомизации, метрологические характеристики метода;
3. методологию выбора метода анализа, способы повышения чувствительности, улучшения правильности, воспроизводимости, избирательности;
4. законы светопоглощения атомным паром;
5. методологию выбора и особенности методов разделения и концентрирования микро- и макрокомпонентов в атомно-абсорбционном анализе;
6. способы и приемы устранения матричных влияний в пламенной и электротермической атомно-абсорбционной спектроскопии;
7. методологию выбора химических модификаторов в электротермической атомной абсорбции;
8. особенности протекания физико-химических реакций и процессов в атомизаторах разного типа, состояние аналитов в стандартных и анализируемых растворах;

9. источники происхождения погрешностей отдельных стадий анализа, а также методы оценки правильности и воспроизводимости;

**Уметь:**

1. провести госповерку атомно-абсорбционного спектрофотометра;
2. знать алгоритм работы на приборе;
3. уметь оптимизировать условия атомно-абсорбционного определения элементов при использовании различных типов атомизаторов;
4. воспроизвести стандартные атомно-абсорбционные методики анализа для решения производственных, научно-практических, исследовательских и других задач;
5. выбрать метод градуировки прибора, выбрать стандартные образцы для проверки правильности, построить градуировочную зависимость и определить по ней содержание аналита;
6. составлять отчеты и вести лабораторный журнал; уметь реферировать и рецензировать химическую документацию;

**Владеть**

- теоретическими и метрологическими основами атомно-абсорбционной спектроскопии;
- техникой экспериментальной работы в спектральных лабораториях;
- работой с литературой по атомно-абсорбционной спектроскопии;
- опытом обработки и обобщения материала и поиска новых экспериментальных и теоретических результатов.

**5. Содержание дисциплины и формы организации учебного процесса**

Порядковый номер и тема	Краткое содержание темы
	<b><i>Содержательный модуль 1 «Аналитическая атомно-абсорбционная спектроскопия»</i></b>
<b><i>Тема 1.</i></b> Атомно-абсорбционная спектроскопия и ее возможности при определении следов элементов.	Общие принципы, эмиссионные, абсорбционные и флуоресцентные спектры. Резонансное излучение. Общая схема аналитического процесса при атомно-абсорбционном анализе. Поглощение и излучение энергии свободными атомами. Измерение поглощения света атомами. Распространенность атомно-абсорбционного метода в аналитической практике. Атомно-абсорбционные спектрометры и их госповерка органами государственной метрологической службы. Аналитические возможности атомно-абсорбционной спектрометрии. Сравнительная оценка атомно-абсорбционного метода при определении следов элементов в природных и промышленных объектах.
<b><i>Тема 2.</i></b> Принципиальные схемы измерений.	Однолучевая схема переменного тока с селективным источником света. Двухлучевая схема переменного тока с селективным источником света. Атомно-абсорбционные спектрометры высокого разрешения с непрерывным источником света. Многоэлементные схемы атомно-абсорбционных измерений. Источники света. Лампы с полым катодом. Высокочастотные безэлектродные лампы. Двухразрядные лампы. Диодные лазеры. Лампы с непрерывным спектром. Пламенная атомизация. Пламена. Горелки и распылительные камеры. Физико-химические процессы в пламенах с участием аналита. Атомизация



	<p>способом «холодного пара». Химическая и термическая атомизация ртути. Атомно-флуоресцентное определение ртути. Атомизация гидридов. Получение гидридов. Пламенная и термическая атомизация гидридов. Электротермическая атомизация. Графитовая печь. Формирование сигнала поглощения и его измерение. Характеристика нагрева. Процедура работы с графитовой печью, температурно-временная программа нагрева атомизатора. Физико-химические процессы в электротермических атомизаторах. Приемники излучения. Коррекция неселективного поглощения света. Проточно-инжекционный анализ.</p>
<p><b>Тема 3.</b> Метрологические характеристики атомно-абсорбционного метода и способы их улучшения</p>	<p>Чувствительность, характеристическая концентрация и характеристическая масса. Способы повышения чувствительности. Предел обнаружения. Способы нахождения и снижения предела обнаружения. Сходимость и воспроизводимость. Приемы, позволяющие улучшить воспроизводимость. Динамический диапазон градуировочного графика. Правильность результатов анализа. Причины систематических ошибок, специфичные для атомно-абсорбционного метода анализа.</p>
<p><b>Тема 4.</b> Методические вопросы атомно-абсорбционного метода анализа</p>	<p>Помехи проведению анализа в пламени и способы их устранения. Классификация помех в пламенной атомно-абсорбционной спектроскопии. Помехи при получении и переносе аэрозоля. Помехи в конденсированной фазе при испарении частиц: тепловая блокировка, химические помехи, структурные помехи, косвенные помехи. Помехи в парогазовой фазе. Химический механизм атомизации в графитовых печах.</p> <p>Помехи в электротермическом атомно-абсорбционном методе. Физические помехи. Химические и ионизационные помехи. Спектральные помехи. Спектральные селективные помехи. Неселективные спектральные помехи: молекулярное поглощение света, рассеяние света. Систематические погрешности, загрязнение графитовой трубки, растворов и посуды. Эффекты памяти графитовой трубки. Концепция температурно-стабилизированной печи с платформой. Косвенные методы атомно-абсорбционного анализа. Выбор оптимальных условий атомно-абсорбционного определения. Требования к чистоте посуды и реагентов. Хранение градуировочных растворов. Градуировочные растворы для органических матриц. Подготовка твердых проб для прямого анализа непламенным методом. Ручное и автоматическое дозирование проб. Растягивание шкалы.</p> <p>Получение градуировочных характеристик: способ градуировочного графика, стандартных добавок, ограничивающих растворов.</p>
<p><b>Тема 5.</b> Химические реактивы в атомно-абсорбционном анализе.</p>	<p>Химические реактивы в атомно-абсорбционном анализе. Органические реактивы и растворители в пламенной атомно-абсорбционной спектроскопии. Экстракционно-</p>

	<p>атомно-абсорбционный анализ. Химическая модификация при устранении помех в атомно-абсорбционной спектроскопии. Сорбционное концентрирование и электротермическое атомно-абсорбционное определение следов элементов. Химическая модификация при устранении помех в атомно-абсорбционной спектроскопии. Основные принципы химической модификации. Органические и неорганические химические модификаторы в модификации высокотемпературных процессов образования свободных атомов в электротермической атомно-абсорбционной спектроскопии. Металлокомплексные модификаторы. Смешанные и комбинированные химические модификаторы. Перманентные модификаторы. Аналитическое использование модификаторов. Ограничения, недостатки и побочные эффекты применения химических модификаторов. Способы введения химических модификаторов. Непрерывная модификация.</p>
<p><b>Тема 6.</b> Атомная абсорбция в анализе природных и промышленных объектов.</p>	<p>Подготовка спектрометра к работе. Получение градуировочных характеристик. Приготовление растворов для градуировки: неорганические градуировочные растворы; органические градуировочные растворы; введение в растворы матричных компонентов проб. Пробоподготовка: жидкости, нефтяные продукты; твердые органические материалы (сухая и мокрая минерализация, экстракция); неорганические твердые материалы. Автоклавное разложение проб. Микроволновая пробоподготовка.</p> <p>Разработка методик анализа. Анализ проб с высоким солевым содержанием. Анализ суспензий. Анализ твердых проб. Определение содержания основных компонентов.</p> <p>Постоянная эксплуатация приборов. Чистые комнаты. Рабочие газы. Очистка воды и химических реактивов. Подготовка химической посуды. Анализ в автоматическом режиме.</p> <p>Атомная абсорбция в анализе гидрохимических, геологических и геохимических материалов. Определение ртути в холодных парах и способы повышения чувствительности этого определения. Атомно-абсорбционный анализ поверхностных и промышленных сточных вод по ГОСТ, ДСТУ, ISO. Атомно-абсорбционное определение индивидуальных РЗЭ. Способы устранения помех при электротермическом и пламенном определении РЗЭ.</p> <p>Атомно-абсорбционный анализ в металлургии. Анализ металлов особой чистоты. Анализ благородных металлов. Схемы анализа черных и цветных сплавов, ферритов, электролизных растворов.</p> <p>Анализ биологических образцов. Атомно-абсорбционный анализ в патологии и медицине. Анализ волос. Анализ</p>

	<p>неорганических и органических веществ, чистых химических реактивов, силикатных материалов. Анализ пищевых продуктов. Анализ объектов окружающей среды. Методические приемы интенсификации пробоподготовки, специфичные для атомно-абсорбционного метода (автоклавная техника, микроволновые системы, ультразвук).</p>
--	--





<b>Тема 4.</b> Методические вопросы атомно- абсорбционного метода анализа	<b>26</b>	2		4	20																			
<b>Тема 5.</b> Химические реактивы в атомно- абсорбционном анализе.	<b>36</b>	2		2	30																			
<b>Тема 6.</b> Атомная абсорбция в анализе природных и промышленных объектов.	<b>27</b>	3		3	23																			
<b>Всего часов по модулю</b>	<b>144</b>	<b>13</b>		<b>13</b>	<b>118</b>																			

## 5. Методические рекомендации для проведения лекционных, практических и лабораторных занятий.

Лабораторные занятия не предусмотрены учебным планом.

### ТЕМЫ ЛЕКЦИОННЫХ ЗАНЯТИЙ

<i>№ п/п</i>	<i>Название темы</i>	<i>Количество часов</i>
1	Атомно-абсорбционная спектроскопия и ее возможности при определении следов элементов	2
2	Метрологические характеристики атомно-абсорбционного метода	2
3	Повышение точности пламенного атомно-абсорбционного метода	3
4	Повышение точности электротермического атомно-абсорбционного метода.	3
5	Химические реактивы в атомно-абсорбционном методе	2
6	Атомно-абсорбционное определение ртути в холодных парах	2
7	Многоэлементная атомно-абсорбционная спектроскопия	1
	<b>Всего</b>	<b>13</b>

### ТЕМЫ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

<i>№ п/п</i>	<i>Название темы</i>	<i>Количество часов</i>
1	. Госповерка атомно-абсорбционного спектрофотометра.	2
2	Определение содержания ртути в водах атомно-абсорбционным методом в холодных парах.	2
3	. Атомно-абсорбционное содержание цинка в водах..	2
4	Определение содержания свинца и кадмия в объектах окружающей среды электротермическим атомно-абсорбционным методом.	2
5	Определение массовой доли драгоценных металлов в ломе и отходах радиоэлектронной промышленности.	3
6	Определение общей жесткости высокоминерализованных шахтных вод.	2
	<b>Всего</b>	<b>13</b>

## 6. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.

### ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

<i>№ п/п</i>	<i>Название темы</i>	<i>Количество во часов</i>
1	Атомно-абсорбционная спектроскопия и ее возможности при определении следов элементов.	5
	Индивидуальная работа (п. 6)	5
2	Принципиальные схемы измерений.	8

	Индивидуальная работа (п. 1)	12
3	Метрологические характеристики атомно-абсорбционного метода и способы их улучшения	7
	Индивидуальная работа (п. 7)	8
4	Методические вопросы атомно-абсорбционного метода анализа	10
	Индивидуальная работа (п.5)	10
5	Химические реактивы в атомно-абсорбционном анализе.	10
	Индивидуальная работа (п. 2, 3, 4)	20
6	Атомная абсорбция в анализе природных и промышленных объектов.	5
	Индивидуальная работа (п. 8, 9, 10)	
	<b>ВСЕГО</b>	<b>118</b>

## 7. Индивидуальные задания содержатся в учебном пособии.

### Индивидуальная работа

**Цель:** овладеть теорией и практикой атомно-абсорбционной спектроскопии при анализе природных и промышленных объектов.

1. Запишите основные химические процессы, протекающие при атомизации элементов в графитовых печах электротермических атомизаторов.

2. С использованием монографической, библиографической, патентной литературы, Интернет обобщите, какие химические модификаторы используют:

2.1 в анализе объектов окружающей среды;

2.2 в анализе биологических и клинических объектов;

2.3 в анализе металлов и сплавов.

3. С использованием монографической, библиографической, патентной литературы, Интернет обобщите, какие химические модификаторы эффективны:

3.1 для элементов, не образующих с углеродом термостойких карбидов, однако имеющих летучие и сравнительно прочные оксиды (In, Ga, Cd, Pb, Sn, Zn, Co, Cu, Ag, Be, Cr и др.);

3.2 для труднолетучих металлов, имеющих монооксиды с энергией диссоциации менее 650 кДж/моль (Mo, Be, V);

3.3 для элементов, образующих в газовой фазе печи прочные соединения (Se, Sb, As, Bi, Te);

3.4 для карбидообразующих элементов (Mo, V, PЗЭ и др.).

4. Используя монографическую, библиографическую, патентную литературу, ресурсы Интернет, составьте таблицу данные по применению химических модификаторов в сочетании с методами предварительного разделения и концентрирования.

5. Какой механизм атомизации является преобладающим для:

а) Ag, Au, платиноидов;

б) Co, Cu, Fe, Ni, Pb, Sn;

в) Mo, V, Ti;

г) Zr, Hf, Nb, Ta, Th;

д) Ca, Cd, Mg;

е) Zn, Al, Cr, Be, Sr, Ba;

ж) Y, Sc, лантаноидов?

6. Какие элементы можно определять методом атомной абсорбции и в каких количествах? Можно ли использовать этот метод для определения S, N, Cl, P? Почему пламенная атомная абсорбция менее чувствительна, чем электротермическая?

7. Рассчитайте характеристические концентрации при атомно-абсорбционном определении элементов, используя следующие данные:

Элемент	Концентрация	Измеренные параметры поглощения или пропускания
Ni	10 мкг/мл	$A = 0,292$
Sn	100 мкг/мл	$T = 80\%$
Ag	0,0185 моль/л	$A = 0,151$

8. При госповерке атомно-абсорбционного спектрометра была проведена серия измерений стандартного раствора меди(II) и получены следующие значения абсорбционности  $A$ : 0,242; 0,244; 0,238; 0,232; 0,240; 0,246; 0,246; 0,240; 0,230; 0,242. Через полчаса повторили измерение: 0,244; 0,246; 0,250; 0,241; 0,240; 0,252; 0,254; 0,248; 0,240; 0,246. Оцените погрешность измерения сигнала. Является ли разница результатов двух измерений статистически значимой?

9. При атомно-абсорбционном определении массовой доли натрия в стандартном образце предприятия (СОП) баббита кальциевого БК2 с аттестованным содержанием натрия  $(0,200 \pm 0,007)\%$  были получены следующие результаты (%): 0,195; 0,199; 0,206; 0,204. Содержит ли методика систематическую погрешность?

10. При атомно-абсорбционном определении железа в растворе по методу ограничивающих растворов были приготовлены 2 градуировочных раствора с концентрацией Fe(III) 9 мкг/мл и 14 мкг/мл, для которых значение абсорбционности составило  $A=0,14$  и  $0,23$ , соответственно. Определите концентрацию железа в исследуемом растворе, если измеренное значение абсорбционности железа для него составило  $A=0,15$ .

11. Перечислите основные процессы, ведущие к формированию аналитического сигнала в пламенном атомно-абсорбционном методе.

## 8. Контрольные вопросы к промежуточной аттестации.

1. Сравнительная оценка метрологических характеристик атомных спектральных методов анализа.
2. Принцип атомно-абсорбционного метода.
3. Закон поглощения света атомами в газообразном состоянии.
4. Блок-схема атомно-абсорбционного прибора.
5. Источники резонансного излучения.
6. Пламенные атомизаторы.
7. Определение ртути в холодных парах.
8. Чувствительность атомно-абсорбционного метода и способы ее выражения.
9. Гибридные и комбинированные методы.
10. Графитовая кювета Львова и печь Массмана.

## 9. Образец варианта модульного контроля и критерий оценивания

**ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Химический факультет**

Направление подготовки:

**04.04.01 Химия**

Магистерская программа:

**химия**

Программа подготовки

**академическая магистратура**

Семестр  
Учебная дисциплина

**1**  
**Аналитическая атомно-абсорбционная**  
**спектроскопия**

**МОДУЛЬНАЯ КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА**  
**ВАРИАНТ №1**

1. Принцип атомно-абсорбционного метода и основные зависимости, лежащие в основе качественного и количественного определения.
2. Классификация помех в конденсированной фазе и способы их устранения.
3. Определение различных форм ртути методом холодного пара.

Утверждено на заседании кафедры аналитической химии, протокол № \_\_\_\_ от  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  
Преподаватель \_\_\_\_\_

**Критерии оценивания модульного контроля**

Номер задания	Количество баллов
Задание 1	10
Задание 2	10
Задание 3	10
Всего	30

**10. Образец экзаменационного билета**

ГОУ ВПО Донецкий национальный университет  
Химический факультет

. Направление подготовки: **04.04.01 Химия**  
. Магистерская программа: **. химия**  
. Программа подготовки: **. академическая магистратура**  
. Семестр: **. 1**  
. Учебная дисциплина: **. Аналитическая атомно-абсорбционная спектроскопия**

**БИЛЕТ №1**

1. Неселективные спектральные помехи: молекулярное поглощение света, рассеяние света.
2. Атомная абсорбция в анализе гидрохимических, геологических и геохимических материалов

Утверждено на заседании кафедры аналитической химии.  
Протокол № \_\_\_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
Экзаменатор \_\_\_\_\_

**Критерии оценивания экзамена**

Номер задания	Количество баллов
Задание 1	25
Задание 2	25
Всего	50

### 11. Образец тестового задания.

1. Выберите измеряемый параметр в методах атомного спектрального анализа:
  1. Радиоактивное излучение ядер.
  2. Равновесный потенциал.
  3. Сопротивление поляризуемого электрода.
  4. Поток фотонов.
2. Сформулируйте принцип атомно-абсорбционного метода. Метод основан на:
  1. Поглощении света молекулами.
  2. Поглощении света свободными атомами.
  3. Излучении света возбужденными атомами и ионами.
3. Выберите функциональную зависимость, лежащую в основе количественного атомно-эмиссионного метода:
  1. Оптическая плотность от концентрации.
  2. Интенсивность излучения от концентрации.
  3. Интенсивность пропускания от концентрации.
4. Выберите оптимальный метод атомизации для пламенно-фотометрического определения щелочноземельных элементов:
  1. Электротермический атомизатор.
  2. Пламя пропан-воздух.
  3. Пламя ацетилен-закись азота.
5. Сформулируйте принцип пламенно-фотометрического метода. Метод основан на:
  1. Излучении света возбужденными атомами.
  2. Поглощении света атомами.
  3. Излучении света молекулами.
  4. Излучении света свободными атомами после предварительного поглощения фотонов с большей энергией.
6. Выберите метод атомизации при определении ртути на фоновом уровне атомно-абсорбционным методом:
  1. Пламя ацетилен-воздух.
  2. В холодных парах.
  3. Электротермический атомизатор.
7. Укажите, какие анионы мешают пламенному атомно-абсорбционному определению кальция:
  1.  $\text{PO}_4^{3-}$
  2.  $\text{Cl}^-$
  3.  $\text{NO}_3^-$
8. Укажите, какие металлы не мешают атомно-абсорбционному определению ртути методом холодного пара:
  1. Металлы, образующие амальгамы.
  2. Металлы, образующие комплексные соединения.
  3. Металлы, не реагирующие с металлической ртутью.
9. Рассчитайте длину волны эмиссионной линии (в нм) в спектре атома водорода, которая отвечает переходу  $1s \rightarrow 2s$  (потенциал возбуждения составляет 10,15 эВ;  $h = 4,14 \cdot 10^{-15}$  эВ).
10. В атомно-абсорбционном анализе для характеристики чувствительности используют величину характеристической концентрации, которая обеспечивает 1% поглощения или 99% пропускания. Какое значение оптической плотности  $A$  отвечает характеристической концентрации?
12. Установите соответствие факторов (А-Г), влияющих на величину аналитического сигнала, и соответствующих методов анализа (1,2):

1. Атомно-эмиссионный	А. Температура плазмы источника
2. Атомно-абсорбционный	Б. Концентрация определяемого элемента



В. Толщина поглощающего слоя  
Г. Строение атома определяемого элемента

## 12. Критерии оценивания

По курсу предполагается проведение промежуточной аттестации в виде модульного контроля, выполнение индивидуальной работы и зачет.

Распределение баллов, которые могут получить студенты в процессе изучения дисциплины

Организационно-учебная работа студента	СРС		
	индивидуальная работа	модульный контроль	индивидуальная творческая работа
max 50 баллов	max 20 баллов	max 30 баллов	—

### *Шкала соответствия баллов национальной шкале*

Оценка по шкале ECTS	Оценка по 100-балльной шкале	Оценка по государственной шкале (экзамен, дифференцированный зачет)	Оценка по государственной шкале (зачет)
A	90-100	5 (отлично)	зачтено
B	80-89	4 (хорошо)	зачтено
C	75-79	4 (хорошо)	зачтено
D	70-74	3 (удовлетворительно)	зачтено
E	60-69	3 (удовлетворительно)	зачтено
FX	35-59	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи	не зачтено
F	0-34	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи при условии обязательного набора дополнительных баллов	не зачтено

## 15. Материально-техническое обеспечение учебного процесса.

Оборудование лабораторий и специализированных кабинетов кафедры аналитической химии, в которых проходит изучение курса «Аналитическая атомно-абсорбционная спектроскопия»:

№ п/п	Наименование лаборатории, специализированных кабинетов, их площадь	Перечень оборудования, количество
1	Учебная лаборатория специальных методов исследования по аналитической химии, № 502, химический факультет, IX корпус ДонНУ (23,94 м <sup>2</sup> )	Компьютер – 1 шт., лазерный принтер HP Laser Jet 1000 – 1 шт., лазерный принтер HP Laser Jet P1102 – 1 шт., атомно-абсорбционный спектрофотометр Сатурн-2 – 1 шт., приборный комплекс Графит-2 – 1 шт., атомно-абсорбционный спектрофотометр

		С-115ПК – 1 шт., установка компрессорная – 1 шт. весы аналитические WA-33 – 1 шт., электрическая плита – 2 шт. Установка для непламенного определения ртути «Юлия»
2	Учебная лаборатория специальных методов исследования по аналитической химии, № 503, химический факультет, IX корпус ДонНУ (37,24 м <sup>2</sup> )	Атомно-абсорбционный спектрофотометр Сатурн-3 – 1 шт., микропипетка Р200 – 1 шт., компрессор OL 102 – 1 шт., электрическая плита – 2 шт., иономер И-160МИ -1 шт., спектрограф ИСП-30 – 1 шт., встряхиватель АВЦ-6 – 1 шт., фотоэлектроколориметр КФК-2 – 1 шт., весы теххимические – 1 шт., иономер ЭЦ01 – 1 шт.; компьютер – 3 шт., электронные весы AXIS ANG 200C

#### 14. Рекомендованная литература

##### Основная

1.	Аналитическая химия [Текст]: в 3-х томах: учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению и специализации «Химия». Т. 3. Химический анализ / под ред Л.Н. Москвина [Ч.Г. Зенкевич и др.]. – М.: Академия, 2010. – 365 с.	83
	Аналитическая химия [Текст]: в 3-х томах: учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению и специализации «Химия». Т. 1. Методы идентификации и определения веществ / под ред Л.Н. Москвина [А.А. Белюстин и др.]. – М.: Академия, 2008. – 576 с.	112
2.	Кристиан Г. Аналитическая химия [Текст] Учеб для студентов. В 2-х т. Том 2 / Г. Кристиан; пер. с англ. А.В. Гармаша, Е.Э. Григорьевой, А.В. Иванова и др. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. – 504 с.	6
3.	Алемасова А.С., Рокун А.Н., Шевчук И.А. Аналитическая атомно-абсорбционная спектроскопия. Учебное пособие. [Электронный ресурс]. – Донецк: ДонНУ, 2016. – 430 с.	Электронный ресурс
4/	Алемасова А.С., Рокун А.Н., Шевчук И.А. Аналитическая атомно-абсорбционная спектроскопия. Учебное пособие. – 2-е изд., перераб. и доп. – Донецк: ДонНУ, 2019. – 321 с.	5
<b>Дополнительная</b>		
1.	Модифицирование концентратов в комбинированных и гибридных атомных и молекулярных абсорбционных методах анализа [монография] / А.С. Алемасова, Т.Н. Симонова, А.Н. Рокун, Н.Д. Щепина, Н.В. Алемасова, Е.А. Белова, А.Н. Федотов; Донецкий национальный университет. – Донецк: изд-во «Вебер» (Донецкое отделение), 2009. – 181 с.	2 + электронный ресурс
2.	Алемасова Н.В., Алемасова А.С. Органические экстракты как аналитические формы в электротермическом экстракционно-атомно-абсорбционном анализе [монография]. – Донецк: Изд-во «Вебер» (Донецкий филиал), 2013. – 184 с.	1 + электронный ресурс

3.	Алемасова А.С., Белова Е.А., Бакланов А.Н. Использование ультразвука в гибридных и комбинированных атомно-абсорбционных и сонолюминесцентных методах анализа высоколевых растворов [монография]. – Харьков: Изд-во НТМТ, 2015. – 144 с.	1 + электрон- ный ресурс
----	---	--------------------------------

### 15. Информационные ресурсы

<http://mondnr.ru/> – Министерство образования и науки Донецкой Народной Республики

<http://resobrnadzor.ru/> – Республиканская служба по контролю и надзору в сфере образования и науки

<http://www.rusanalytchem.org/> – сайт «Аналитическая химия России»

<http://www.pubs.rsc.org/> – Journal of Atomic Absorption Spectrometry

<http://www.sciencedirect.com/> – Spectrochimica Acta. Part B/ Atomic Spectroscopy/

### 16. Программное обеспечение.

1. Windows 7 PRO (корпоративная лицензия ДонНУ лицензия №46484614);
2. Microsoft Office ((корпоративная лицензия ДонНУ лицензия №46472919);
3. Microsoft Visual Studio (лицензия программы DreamSpark для высших учебных заведений);
4. Лицензия GPL, Arach, BSD для свободного программного обеспечения:
  - Антивирус Касперского;
  - Adobe Acrobat Reader.

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры аналитической химии с изменениями на 2018-2019 год.

Протокол №2 от 29.08.2018 г.

Заведующий кафедрой

 А.С. Алемасова