

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Химический институт им. А.М. Бутлерова



**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор  
по образовательной деятельности КФУ  
Проф. Таюрский Д.А.

"\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Программа дисциплины**

Современные проблемы атомно-абсорбционных методов анализа Б1.В.ДВ.7

Направление подготовки: 04.04.01 - Химия

Профиль подготовки: Методы аналитической химии

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Гарифзянов А.Р.

**Рецензент(ы):**

Будников Г.К.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Евтюгин Г. А.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_ от "\_\_\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_г

Учебно-методическая комиссия Химического института им. А.М. Бутлерова:

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_ от "\_\_\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_г

Регистрационный No

Казань  
2018

## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Гарифзянов А.Р. Кафедра аналитической химии Химический институт им. А.М. Бутлерова, Airat.Garifzyanov@kpfu.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

Формирование у студентов представления о роли и месте методов оптической атомной спектроскопии, ознакомление их с устройством спектрометров и спектрографов, атомно-эмиссионными и атомно-абсорбционными методами определения элементного состава различных объектов анализа.

### 2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.В.ДВ.7 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 04.04.01 Химия и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 1 курсе, 2 семестр.

Дисциплина 'Современные проблемы атомно-абсорбционных методов анализа' относится к вариативной части дисциплин учебного плана подготовки магистров по направлению 'Химия' магистерской программе 'Методы аналитической химии'.

Для освоения данной дисциплины необходимы знания, умения и компетенции, приобретенные обучающимися в курсах 'Неорганическая химия', 'Физическая химия', 'Физика (Оптика)', включенных в образовательную программу бакалавриата.

Изучение данной дисциплины позволяет студенту получить углубленные знания и навыки для успешной профессиональной деятельности и (или) для продолжения профессионального образования в магистратуре по направлению подготовки 'Химия'.

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-3 (общекультурные компетенции)	должен обладать готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала;
ОПК-1 (профессиональные компетенции)	должен обладать способностью использовать и развивать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач;
ПК-2 (профессиональные компетенции)	должен обладать владением теорией и навыками практической работы в избранной области химии.

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

место химико-спектральных методов в современной аналитической химии, теоретические основы ААС и АЭС и факторы, влияющие на величину аналитического сигнала.

2. должен уметь:

определять элементный состав с использованием ААС и АЭС по стандартным методикам.

3. должен владеть:

методологией выбора химико-спектральных методик при анализе различных объектов, навыками их применения на практике.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

владеть методами безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств, быть способным проводить оценку возможных рисков.

#### 4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) 72 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет во 2 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

#### 4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

##### Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Введение в теорию атомных спектров.	2	1	2	4	0	Коллоквиум
2.	Тема 2. Узлы приборов для атомной спектроскопии. Монохроматоры. Приемники излучения.	2	2	2	2	0	Коллоквиум
3.	Тема 3. Атомно-абсорбционный спектральный анализ. Основные понятия и законы.	2	3	2	4	0	Коллоквиум
4.	Тема 4. Электротермические атомизаторы в атомно-абсорбционной спектроскопии. Генерация летучих гидридов в атомно-абсорбционной спектроскопии. Определение ртути методом холодного пара.	2	4	2	4	0	Контрольная работа

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
5.	Тема 5. Мешающие влияния в атомно-абсорбционной спектроскопии.	2	5	2	2	0	Коллоквиум
6.	Тема 6. Круглый стол. Современные атомно-абсорбционные спектрометры. атомно-абсорбционные методы определения отдельных элементов.	2	6	0	2	0	Деловая игра
	Тема . Итоговая форма контроля	2		0	0	0	Зачет
	Итого			10	18	0	

#### 4.2 Содержание дисциплины

##### Тема 1. Введение в теорию атомных спектров.

###### *лекционное занятие (2 часа(ов)):*

Эмиссионные спектры. Связь со строением атома. Электронная конфигурация и число линий. Правила запрета. Резонансные линии. Аналитические линии в эмиссионных спектрах.

###### *практическое занятие (4 часа(ов)):*

Абсорбционные линии в атомных спектрах. Линии Фраунгофера. Особенности абсорбционных спектров.

##### Тема 2. Узлы приборов для атомной спектроскопии. Монохроматоры. Приемники излучения.

###### *лекционное занятие (2 часа(ов)):*

Монохроматоры. Оптические схемы монохроматоров. Полихроматоры.

###### *практическое занятие (2 часа(ов)):*

Приемники оптического излучения. Фотоэлементы. Фотоэлектронные умножители. Фотодиоды. Фотодиодные линейки. Приборы с зарядовой связью.

##### Тема 3. Атомно-абсорбционный спектральный анализ. Основные понятия и законы.

###### *лекционное занятие (2 часа(ов)):*

История создания метода атомно-абсорбционной спектроскопии. Правила Уолша.

###### *практическое занятие (4 часа(ов)):*

Пламенная атомно-абсорбционная спектроскопия.

##### Тема 4. Электротермические атомизаторы в атомно-абсорбционной спектроскопии. Генерация летучих гидридов в атомно-абсорбционной спектроскопии. Определение ртути методом холодного пара.

###### *лекционное занятие (2 часа(ов)):*

Принципы действия электротермических атомизаторов в атомно-абсорбционной спектроскопии. Графитовая кювета Львова. Печь Массмана.

###### *практическое занятие (4 часа(ов)):*

Принцип действия и устройство гидридов в атомно-абсорбционной спектроскопии. Определение ртути методом холодного пара

##### Тема 5. Мешающие влияния в атомно-абсорбционной спектроскопии.

###### *лекционное занятие (2 часа(ов)):*

Матричные эффекты в атомно-атомно-абсорбционной спектроскопии и способы их устранения. Коррекция неселективного поглощения. Спектрохимические буферы. Температура атомизатора.

**практическое занятие (2 часа(ов)):**

Современные атомно-спектральные методы перспективы, направления развития методов, современные приборы.

**Тема 6. Круглый стол. Современные атомно-абсорбционные спектрометры. атомно-абсорбционные методы определения отдельных элементов.**

**практическое занятие (2 часа(ов)):**

Тенденции развития атомно-абсорбционной спектроскопии, перспективы, современные приборы. Определение металлоидов. Определение металлов.

**4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)**

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Введение в теорию атомных спектров.	2	1	подготовка к коллоквиуму	6	коллоквиум
2.	Тема 2. Узлы приборов для атомной спектроскопии. Монохроматоры. Приемники излучения.	2	2	подготовка к коллоквиуму	6	коллоквиум
3.	Тема 3. Атомно-абсорбционный спектральный анализ. Основные понятия и законы.	2	3	подготовка к коллоквиуму	6	коллоквиум
4.	Тема 4. Электротермические атомизаторы в атомно-абсорбционной спектроскопии. Генерация летучих гидридов в атомно-абсорбционной спектроскопии. Определение ртути методом холодного пара.	2	4	подготовка к контрольной работе	6	контрольная работа
5.	Тема 5. Мешающие влияния в атомно-абсорбционной спектроскопии.	2	5	подготовка к коллоквиуму	6	коллоквиум
6.	Тема 6. Круглый стол. Современные атомно-абсорбционные спектрометры. атомно-абсорбционные методы определения отдельных элементов.	2	6	подготовка к деловой игре	14	деловая игра
	Итого				44	

## **5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения**

- компьютерные презентации лекций;
- интерактивный опрос по разделам 1-4
- интерактивный опрос по разделам 5-10;
- круглый стол по разделу 10

## **6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов**

### **Тема 1. Введение в теорию атомных спектров.**

коллоквиум , примерные вопросы:

Введение в теорию атомных спектров. Основные характеристики электромагнитного излучения - энергия кванта, частота, длина волны, волновое число. Области электромагнитного спектра. Оптическая область электромагнитного излучения. Строение атома и спектр. Электронные переходы в изолированных атомах. Возбужденные состояния. Спектрохимические термы. Диаграммы Гроттриана. Правила отбора, основные характеристики уровней энергии, спектральной линии. Основные закономерности линейчатых спектров. Возбуждение линейчатых спектров. Интенсивность спектральных линий. Влияние температуры на интенсивность спектральных линий. Ионизация атомов. Уравнение Саха. Резонансные линии в атомных спектрах. Их значение для решения аналитических задач. Ширина спектральной линии. Естественное уширение (естественная ширина спектральных линий). Уширение, обусловленное эффектом Доплера. Уширение, обусловленное эффектом Лоренца. (Ударное уширение). Влияние температуры, давления и других факторов на ширину спектральной линии.

### **Тема 2. Узлы приборов для атомной спектроскопии. Монохроматоры. Приемники излучения.**

коллоквиум , примерные вопросы:

Монохроматоры. Оптические схемы монохроматоров. Полихроматоры. Детекторы оптического излучения. Детекторы, основанные на внешнем фотоэффекте. Фотоэффект. Основные законы фотоэффекта. Красная граница фотоэффекта. Вакуумный фотоэлемент, его принцип действия и устройство. Фотоэлектронные умножители. Факторы, влияющие на чувствительность и уровень шумов фотоэлектронных умножителей. Полупроводниковые детекторы оптического излучения, их основные характеристики - чувствительность и спектральная область. Фотодиоды. Фоторезисторы. Приемники электромагнитного излучения, обладающие пространственным разрешением. Фотопластинки. Основы фотографического процесса. Фотодиодные линейки. Приборы с зарядовой связью. Перспективы использования комбинации полихроматор - детектор с пространственным разрешением при создании новых приборов.

### **Тема 3. Атомно-абсорбционный спектральный анализ. Основные понятия и законы.**

коллоквиум , примерные вопросы:

Особенности абсорбционных атомных спектров. Линии Фраунгофера. История создания метода ААС. Правила Уолша. Источники излучения в ААС. Устройство и принцип работы лампы с полым катодом (ЛСП). Спектр излучения ЛСП. Высокочастотные газоразрядные лампы. ААС с пламенной атомизацией. Щелевая горелка в ААС. Пламена, используемые в ААС. Помехи в пламенной ААС. Спектрохимические буферы для пламенной ААС.

### **Тема 4. Электротермические атомизаторы в атомно-абсорбционной спектроскопии. Генерация летучих гидридов в атомно-абсорбционной спектроскопии. Определение ртути методом холодного пара.**

контрольная работа , примерные вопросы:



Билеты к контрольной работе (примеры) Билет 1. 1. Опишите резонансные линии для Cs I. 2. Устройство горелки предварительного смешения. Билет 2. 1. Опишите резонансные линии Sr II. 2. Свойства пламени ацетилен - закись азота. Билет 3. 1. Ионизация атомов в плазме. Уравнение Саха. 2. Второе правило Уолша. Билет 4. 1. Уширение, обусловленное эффектом Доплера. 2. Принцип действия и устройство фотоэлектронных умножителей.

### **Тема 5. Мешающие влияния в атомно-абсорбционной спектроскопии.**

коллоквиум , примерные вопросы:

Спектрохимические буферы в пламенной атомно-абсорбционной спектроскопии. Помехи в ААС с электротермической атомизацией. Неселективное поглощение. Компенсация неселективного поглощения в ААС. Дейтериевый корректор неселективного поглощения. Корректор неселективного поглощения, основанный на эффекте Зеемана. ААС с источником непрерывного спектра.

### **Тема 6. Круглый стол. Современные атомно-абсорбционные спектрометры. атомно-абсорбционные методы определения отдельных элементов.**

деловая игра , примерные вопросы:

Современные атомно-спектральные методы перспективы, направления развития методов, современные приборы. Атомно-абсорбционная спектроскопия с источником непрерывного спектра. Сочетание метода атомно-абсорбционной спектроскопии с методами разделения и концентрирования.

### **Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к зачету:

Примерные вопросы к зачету:

Правила отбора, основные характеристики уровней энергии, спектральной линии. Закон спектроскопического смещения.

Возбуждение линейчатых спектров. Интенсивность спектральных линий. Ширина спектральной линии.

Естественное уширение (естественная ширина спектральных линий). Уширение, обусловленное эффектом Доплера. Уширение, обусловленное эффектом Лоренца.

Пламя как атомизатор в атомно-абсорбционной спектроскопии. Основные характеристики пламен. Конструкция горелок.

Монохроматоры. Диспергирующие устройства. Факторы, влияющие на разрешающая способность.

Полихроматоры. Круг Роуланда.

Приемники излучения. Спектральные приборы, параметры спектральных приборов, основные характеристики.

#### **7.1. Основная литература:**

1. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа : в 2 томах : учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по химико-технологическим направлениям / под ред. проф. А. А. Ищенко .? Москва : Академия, 2012 .

2. Основы аналитической химии: в 2 томах: учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по химическим направлениям / под ред. акад. Ю.А. Золотова. ?5-е изд., стер. ?Москва: Академия, Т. 2. ?2012. ?407 с.

3. Жебентяев А. И. Аналитическая химия. Химические методы анализа: Учеб. пос. [Электронный ресурс] / А.И. Жебентяев, А.К. Жерносек и др. - 2-е изд., стер. - М.: НИЦ ИНФРА-М; Мн.: Нов. знание, 2014. - 542 с.

Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=419626>

4. Жебентяев А. И. Аналитическая химия. Хроматографические методы анализа: Учебное пособие [Электронный ресурс] / А.И. Жебентяев. - М.: НИЦ Инфра-М; Мн.: Нов. знание, 2013. - 206 с. Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=399829>



5. Жебентяев А. И. Аналитическая химия. Практикум: Учебное пособие [Электронный ресурс] / А.И. Жебентяев, А.К. Жерносок, И.Е. Талуть. - М.: НИЦ ИНФРА-М; Мн.: Нов. знание, 2013. - 429 с.

Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=419619>

6. Ганеев, А.А. Атомно-абсорбционный анализ. [Электронный ресурс] / А.А. Ганеев, С.Е. Шолупов, А.А. Пупышев, А.А. Большаков. ? Электрон. дан. ? СПб. : Лань, 2011. ? 304 с. ?  
Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/4028>

## 7.2. Дополнительная литература:

1. Лазерно-искровая эмиссионная спектроскопия / Д. Кремерс, Л. Радзиемски ; пер. с англ. А. А. Горбатенко [и др.] ; под общ. ред. Н. Б. Зорова .? Москва : Техносфера, 2009 .? 358 с.

2. А.А. Пупышев. Атомно-абсорбционные спектрометры высокого разрешения с непрерывным источником спектра. Аналитика и контроль. 2008, Т. 12. ♦ 3-4

3. В. V. L'vov. Fifty Years of Atomic Absorption Spectrometry. Journal of Analytical Chemistry, Vol. 60, No. 4, 2005, pp. 382-392.

## 7.3. Интернет-ресурсы:

Bernhard Welz, Maria Goreti R. Vale, Éderson R. Pereira, Ivan N. B. Castilhoa and Morgana B. Dessuyc. Continuum Source Atomic Absorption Spectrometry: Past, Present and Future Aspects - A Critical Review. - <http://www.jbcs.s bq.org.br/imagebank/pdf/v25n5a02.pdf>

V. V. L'vov. Fifty Years of Atomic Absorption Spectrometry. Journal of Analytical Chemistry, Vol. 60, No. 4, 2005, pp. 382-392 - <http://www.ufjf.br/baccan/files/2011/05/50-anos-AAS.pdf>

AAC PerkinElmer - <http://www.perkinelmer.com/Catalog/Category/ID/Atomic%20Absorption%20AA>

АТОМНАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ: Руководство по выбору подходящего метода анализа и прибора - <http://www.servicelab.ru/docs/as.pdf>

Основы атомной спектрометрии: Hardware -

[http://www.agilent.com/cs/library/eseminars/public/5991-6593\\_Agilent\\_Atomic\\_Spectroscopy\\_Hardware\\_R](http://www.agilent.com/cs/library/eseminars/public/5991-6593_Agilent_Atomic_Spectroscopy_Hardware_R)

Приборы с зарядовой связью - <http://ru.wikipedia.org/wiki/%CF%C7%D1>

Российский химико-аналитический портал - <http://www.anchem.ru>

Эмиссионная фотометрия пламени и атомно-абсорбционная спектроскопия -

[http://dspace.kpfu.ru/xmlui/bitstream/handle/net/22213/07\\_55\\_A5-000700.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://dspace.kpfu.ru/xmlui/bitstream/handle/net/22213/07_55_A5-000700.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Современные проблемы атомно-абсорбционных методов анализа" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "БиблиоРоссика", доступ к которой предоставлен студентам. В ЭБС "БиблиоРоссика" представлены коллекции актуальной научной и учебной литературы по гуманитарным наукам, включающие в себя публикации ведущих российских издательств гуманитарной литературы, издания на английском языке ведущих американских и европейских издательств, а также редкие и малотиражные издания российских региональных вузов. ЭБС "БиблиоРоссика" обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Компьютерный проектор.

Пакет программ компьютерного тестирования по аналитической химии "Analex-2009".

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 04.04.01 "Химия" и магистерской программе Методы аналитической химии.

Автор(ы):

Гарифзянов А.Р. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Будников Г.К. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.