

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



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Проф. Талорский Д.А.



\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

*подписано электронно-цифровой подписью*

### Программа дисциплины

Химикоспектральные методы Б1.В.ОД.15

Направление подготовки: 04.03.01 - Химия  
Профиль подготовки: Аналитическая химия  
Квалификация выпускника: бакалавр  
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 732117

Казань  
2017

## 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.ОД.15 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 04.03.01 Химия и относится к обязательным дисциплинам. Осваивается на 4 курсе, 8 семестр.

Дисциплина 'Химико-спектральные методы анализа' относится к вариативной части дисциплин учебного плана подготовки бакалавров по направлению 'Химия', профилю подготовки 'Аналитическая химия'.

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-6 (общекультурные компетенции)	способностью работать в коллективе, толерантно воспринимать социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия
ОК-7 (общекультурные компетенции)	способностью к самоорганизации и самообразованию
ОПК-1 (профессиональные компетенции)	способностью использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач
ОПК-2 (профессиональные компетенции)	владением навыками химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций
ОПК-3 (профессиональные компетенции)	способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности
ОПК-6 (профессиональные компетенции)	знанием норм техники безопасности и умением реализовать их в лабораторных и технологических условиях
ПК-1 (профессиональные компетенции)	способностью выполнять стандартные операции по предлагаемым методикам

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-3 (профессиональные компетенции)	владением системой фундаментальных химических понятий
ПК-4 (профессиональные компетенции)	способностью применять основные естественнонаучные законы и закономерности развития химической науки при анализе полученных результатов
ПК-7 (профессиональные компетенции)	владением методами безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств

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 в этих методах

2. должен уметь:

определение элементного состава 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 продемонстрировать 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 в 8 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.	8	1	2	0	0	
2.	Тема 2. Атомная эмиссионная спектроскопия.	8	2	2	0	0	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
3.	Тема 3. Основные узлы приборов для АЭС. Монохроматоры. Приемники излучения.	8	3	2	0	0	
4.	Тема 4. Способы регистрации спектров (визуальный, фотографический, фотоэлектрический). Основные характеристики фотоприемников.	8	4	2	0	0	
5.	Тема 5. Метод эмиссионной фотометрии пламени.	8	5	2	0	0	Контрольная работа
6.	Тема 6. Количественный спектральный анализ, Метод атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой (АЭС-ИСП). Аппаратура, возможности метода.	8	6	2	0	0	
7.	Тема 7. Атомно-абсорбционный спектральный анализ.	8	7	2	0	12	
8.	Тема 8. Электротермические атомизаторы в атомно-абсорбционной спектроскопии.	8	8	2	0	10	Устный опрос
9.	Тема 9. Мешающие влияния в атомно-спектральных методах и способы их устранения.	8	9	2	0	0	
10.	Тема 10. Круглый стол. Химико-спектральные методы определения отдельных элементов.	8	10	2	0	0	Творческое задание
	Тема . Итоговая форма контроля	8		0	0	0	Зачет
	Итого			20	0	22	

## 4.2 Содержание дисциплины

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

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

1. 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 Гротриана. 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. Атомная эмиссионная спектроскопия.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

2. Атомная эмиссионная спектроскопия. Источники атомизации и возбуждения спектра. Возбуждение спектров в пламени. Состав горючих смесей - горючие газы и окислители. Основные характеристики пламени. Температура пламени, скорость распространения пламени, собственный спектр пламени. Турбулентные и ламинарные пламена. Горелки прямого ввода. Горелки предварительного смешения. Использование электрических разрядов в качестве источников возбуждения спектров. Температурные характеристики электрических разрядов. Дуга постоянного электрода. Дуга переменного тока. Высоковольтная конденсированная искра. Дуговые и искровые генераторы. Тлеющий разряд. Индуктивно связанная плазма (ИСП). ИСП как наиболее совершенный источник возбуждения спектров.

**Тема 3. Основные узлы приборов для АЭС. Монохроматоры. Приемники излучения.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

3. Основные узлы приборов для АЭС. Монохроматоры. Светофильтры. Монохроматоры. Диспергирующие узлы монохроматоров - призмы и дифракционные решетки. Разрешающая способность и светосила монохроматоров. Монохроматор Эберта. Монохроматор Черни - Террера. Полихроматоры. Круг Роуланда. Преимущества приборов с полихроматорами.

**Тема 4. Способы регистрации спектров (визуальный, фотографический, фотоэлектрический). Основные характеристики фотоприемников.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

4. 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 5. Метод эмиссионной фотометрии пламени.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

5. Метод эмиссионной фотометрии пламени. Блок-схема пламенных фотометров. Процесс формирования аналитического сигнала в эмиссионной фотометрии пламени. Помехи. Ионизация. Образование труднотлетучих солей. Образование труднотлетучих оксидов. Спектрохимические буферы. Метрологические характеристики эмиссионной фотометрии.

**Тема 6. Количественный спектральный анализ, Метод атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой (АЭС-ИСП). Аппаратура, возможности метода.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

6. Количественный спектральный анализ, методы определения концентраций, стандарты для спектрального анализа, основные метрологические характеристики. Спектрографический анализ. Метод АЭС-ИСП. Устройство АЭС-ИСП спектрометров. Метрологические характеристики метода.

### **Тема 7. Атомно-абсорбционный спектральный анализ.**

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

7. Атомно-абсорбционный спектральный анализ. 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.

#### **лабораторная работа (12 часа(ов)):**

1. Атомно-абсорбционное определение тяжелых металлов (меди, цинка и кадмия) в сточных водах. Прибор ААС-1 2. Атомно-абсорбционное определение тяжелых металлов (меди и цинка) в питьевой воде. Прибор С-600.

### **Тема 8. Электротермические атомизаторы в атомно-абсорбционной спектроскопии.**

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

8. Электротермические атомизаторы в ААС. Графитовая кювета Львова. Печь Массмана. Режимы работы электротермического атомизатора. Испарение, минерализация, атомизация, высокотемпературная очистка. 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.

#### **лабораторная работа (10 часа(ов)):**

3. Атомно-абсорбционное определение тяжелых металлов в донных отложениях и почве. Прибор ДФС-458 С 4. Спектральное определение содержания меди в солях. Прибор ААС-IN, С-302.

### **Тема 9. Мешающие влияния в атомно-спектральных методах и способы их устранения.**

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

9. Генерация летучих гидридов в ААС. Гидридные генераторы. Процесс образования летучих гидридов. Определение ртути методом холодного пара. Анализаторы ртути, основанные на этом принципе. Современные атомно-спектральные методы перспективы, направления развития методов, современные приборы. ААС с источником непрерывного спектра. Химико-спектральные методы определения отдельных элементов. 10. Генерация летучих гидридов в ААС. Гидридные генераторы. Процесс образования летучих гидридов. Определение ртути методом холодного пара. Анализаторы ртути, основанные на этом принципе. Современные атомно-спектральные методы перспективы, направления развития методов, современные приборы. ААС с источником непрерывного спектра. Химико-спектральные методы определения отдельных элементов.

### **Тема 10. Круглый стол. Химико-спектральные методы определения отдельных элементов.**

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

Круглый стол. Химико-спектральные методы определения отдельных элементов.

## **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.	8	1	подготовка домашнего задания	2	домашнее задание

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
2.	Тема 2. Атомная эмиссионная спектроскопия.	8	2	подготовка домашнего задания	2	домашнее задание
3.	Тема 3. Основные узлы приборов для АЭС. Монохроматоры. Приемники излучения.	8	3	подготовка домашнего задания	2	домашнее задание
4.	Тема 4. Способы регистрации спектров (визуальный, фотографический, фотоэлектрический). Основные характеристики фотоприемников.	8	4	подготовка домашнего задания	2	домашнее задание
5.	Тема 5. Метод эмиссионной фотометрии пламени.	8	5	подготовка к контрольной работе	2	контрольная работа
6.	Тема 6. Количественный спектральный анализ, Метод атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой (АЭС-ИСП). Аппаратура, возможности метода.	8	6	подготовка домашнего задания	2	домашнее задание
7.	Тема 7. Атомно-абсорбционный спектральный анализ.	8	7	подготовка домашнего задания	8	домашнее задание
8.	Тема 8. Электротермические атомизаторы в атомно-абсорбционной спектроскопии.	8	8	подготовка к устному опросу	6	устный опрос
9.	Тема 9. Мешающие влияния в атомно-спектральных методах и способы их устранения.	8	9	подготовка домашнего задания	2	домашнее задание
10.	Тема 10. Круглый стол. Химико-спектральные методы определения отдельных элементов.	8	10	подготовка к творческому заданию	2	творческое задание
	Итого				30	

### 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

Проведение лабораторных работ.

Перечень лабораторных работ:

1. Атомно-абсорбционное определение тяжелых металлов (меди, цинка и кадмия) в сточных водах. Прибор ААС-1
2. Атомно-абсорбционное определение тяжелых металлов (меди и цинка) в питьевой воде. Прибор С-600.
3. Атомно-абсорбционное определение тяжелых металлов в донных отложениях и почве. Прибор ДФС-458 С
4. Спектральное определение содержания меди в солях. Прибор ААС-IN, С-302.

## **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.**

домашнее задание , примерные вопросы:

Правила отбора, основные характеристики уровней энергии, спектральной линии. Основные закономерности линейчатых спектров. 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.

### **Тема 2. Атомная эмиссионная спектроскопия.**

домашнее задание , примерные вопросы:

Источники атомизации и возбуждения спектра (пламя, дуга, искра, индуктивно связанная плазма, лазеры, лампы с полым катодом). Приготовления проб для атомно-спектрального анализ

### **Тема 3. Основные узлы приборов для АЭС. Монохроматоры. Приемники излучения.**

домашнее задание , примерные вопросы:

Устройство монохроматоров. Разрешающая способность монохроматоров. Схема Черни - Тернера. Полихроматоры. Вакуумные фотоэлементы. Спектральные приборы, параметры спектральных приборов, основные характеристики.

### **Тема 4. Способы регистрации спектров (визуальный, фотографический, фотоэлектрический). Основные характеристики фотоприемников.**

домашнее задание , примерные вопросы:

Фотоэлектронные умножители. Фотодиоды. Приемники излучения с пространственным разрешением. Приборы с зарядовой связью. Качественный спектральный анализ.

### **Тема 5. Метод эмиссионной фотометрии пламени.**

контрольная работа , примерные вопросы:

Контрольная работа по разделам 1 - 4

### **Тема 6. Количественный спектральный анализ, Метод атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой (АЭС-ИСП). Аппаратура, возможности метода.**

домашнее задание , примерные вопросы:

Количественный спектральный анализ, методы определения концентраций, стандарты для спектрального анализа, основные метрологические характеристики. Плазма как источник возбуждения оптических спектров в атомной спектроскопии. Индуктивно-связанная плазма, характеристики. Аппаратура, возможности метода.

### **Тема 7. Атомно-абсорбционный спектральный анализ.**

домашнее задание , примерные вопросы:

Правила Уолша. Атомизаторы в ААС. Пламенные атомизаторы. Щелевая горелка в ААС. Процессы, происходящие в пламени. Помехи в ААС. Спектрохимические буферы в ААС.

### **Тема 8. Электротермические атомизаторы в атомно-абсорбционной спектроскопии.**

устный опрос , примерные вопросы:

Устройство электротермических атомизаторов. Графитовая кювета Львова. Печь Массмана. Температурный режим электротермических атомизаторов. Кюветы с продольным и поперечным нагревом. Генерация летучих гидридов в ААС. Определение ртути методом холодного пара.

### **Тема 9. Мешающие влияния в атомно-спектральных методах и способы их устранения.**

домашнее задание , примерные вопросы:

Помехи в атомно-спектральных методах (спектральные, ионизационные, в конденсированной фазе, в газовой фазе, неселективное поглощение света, самопоглощение и т.д.). Компенсация неселективного поглощения в ААС.

### **Тема 10. Круглый стол. Химико-спектральные методы определения отдельных элементов.**

творческое задание , примерные вопросы:

Современные атомно-спектральные методы анализа. Основные тенденции в приборостроении для оптической спектроскопии.

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

Примерные вопросы к зачету:

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ (СРС) включает следующие виды работ:

- изучение теоретического лекционного материала, подготовка к интерактивному опросу по материалам лекций;
- проработка теоретического материала (конспекты лекций, основная и дополнительная литература);
- подготовка к текущим проверочным тестам и контрольной работе, как теоретического материала, так и практических работ;
- подготовка к зачету.

Вопросы к контрольной работе.

Правила отбора, основные характеристики уровней энергии, спектральной линии.

Основные закономерности линейчатых спектров. 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 источник возбуждения спектров. Основные характеристики пламен.

Дуга постоянного и дуга переменного тока в АЭС.

Индуктивно связанная плазма. Спектрометры ИСП АЭС.

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

Полихроматоры. Круг Роуланда.

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

### **ОБРАЗЕЦ БИЛЕТА К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ**

Билет

1 Источники атомизации и возбуждения спектра ( пламя, дуга, искра, электротермические атомизаторы, индуктивно связанная плазма, лазеры, лампы с полым катодом).

## 2. Электротермические атомизаторы в ААС.

Примеры вопросов компьютерного тестирования.

Кем были описаны абсорбционные линии в спектре Солнца?

- Бер
- Уолш
- Фраунгофер
- Саха
- Кирхгоф

Какой тип уширения спектральных линий в атомных спектрах зависит от давления?

- Доплеровское
- Лоренцевское
- Естественное

Какие факторы понижают аналитический сигнал в пламенной фотометрии?

- ионизация
- самопоглощение
- увеличение скорости распыления
- увеличение температуры пламени

Какое из перечисленных пламен имеет наиболее высокую температуру?

- ацетилен - воздух
- пропан-бутан - воздух
- метан - воздух
- ацетилен-закись азота

Какие источники излучения используются в ААС?

- Лампы накаливания
- Высокочастотные газоразрядные лампы
- Лампы с полым катодом
- Лазеры

Какой фактор имеет решающее значение при выборе материала фотокатода для вакуумных фото-элементов?

- температура плавления
- работа выхода электрона
- сродство к электрону
- радиус атома

Вопросы для самостоятельной работы и подготовки к зачету.

1. Введение в теорию атомных спектров, правила отбора, основные характеристики уровней энергии, спектральной линии.
2. Основные закономерности линейчатых спектров. Диаграмма Гротториана.. Возбуждение линейчатых спектров.
3. Интенсивность спектральных линий. Ширина спектральной линии в атомных спектрах. Естественная ширина спектральной линии. Уширение, обусловленное эффектом Доплера. Ударное уширение.
4. Источники возбуждения спектра ( пламя, дуга, искра, индуктивно связанная плазма, лазеры, лампы с полым катодом).
5. Спектральные приборы, параметры спектральных приборов, основные оптические характеристики. Светофильтры. Диспергирующие элементы. Монохроматоры.

6. Способы регистрации спектров (визуальный, фотографический, фотоэлектрический). Основные характеристики фотоприемников. Фотоэлектронные преобразователи. Приемники излучения с пространственным разрешением.
7. Количественный спектральный анализ, методы определения концентраций, стандарты для спектрального анализа, основные метрологические характеристики шумов в спектральных методах.
8. Атомно-абсорбционный спектральный анализ. Атомизаторы в ААС. Возможности, достоинства, недостатки, метрологические характеристики.
9. Мешающие влияния в атомно-спектральных методах и способы их устранения (спектральные, ионизационные, в конденсированной фазе, в газовой фазе, неселективное поглощение света, самопоглощение и т.д.).
10. Современные атомно-спектральные методы перспективы, направления развития методов, современные приборы.

## ОБРАЗЕЦ БИЛЕТА К ЗАЧЕТУ

### Билет

1. Введение в теорию атомных спектров, правила отбора, основные характеристики уровней энергии, спектральной линии.
2. Атомно-абсорбционный спектральный анализ. Пламенные атомизаторы в ААС.

### 7.1. Основная литература:

1. Гарифзянов А.Р. Эмиссионная фотометрия пламени и атомно-абсорбционная спектроскопия: электронное учебное пособие для студентов / Казан. гос. ун-т, ХИ им. А.М.Бутлерова, каф. аналитической химии / А.Р. Гарифзянов. - Казань: Изд-во Казан. гос. ун-та, - 2009. - 94 с.  
Режим доступа: <http://old.kpfu.ru/f7/docs/garifzyanov.pdf>
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. Васильева, В.И. Спектральные методы анализа. Практическое руководство [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.И. Васильева, О.Ф. Стоянова, И.В. Шкутина [и др.]. Электрон. дан. СПб. : Лань, 2014. 413 с. Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=50168](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=50168) ? Загл. с экрана.
5. Жебентяев А. И. Аналитическая химия. Практикум: Учебное пособие [Электронный ресурс] / А.И. Жебентяев, А.К. Жерносек, И.Е. Талуть. - М.: НИЦ ИНФРА-М; Мн.: Нов. знание, 2013. - 429 с.  
Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=419619>

### 7.2. Дополнительная литература:

1. Скорская, О.Л. Методы и средства аналитического контроля материалов: атомно-эмиссионный спектральный анализ [Электронный ресурс] : учебное пособие / О.Л. Скорская, В.А. Филичкина. Электрон. дан. М. : МИСИС, 2015. 54 с. Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=69745](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=69745) ? Загл. с экрана.

2. Филичкина, В.А. Методы и средства аналитического контроля материалов: атомно-эмиссионный спектральный анализ: лабораторный практикум [Электронный ресурс] : / В.А. Филичкина, О.Л. Скорская, А.С. Козлов. ? Электрон. дан. ? М. : МИСИС, 2015. ? 32 с. ? Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=69755](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=69755) ? Загл. с экрана.
3. Аналитическая химия: проблемы и подходы: в 2 т. / ред.: Р. Кельнер, Ж.-М. Мерме, М. Отто, Г. М. Видмер; пер. с англ. А. Г. Борзенко [и др.] под ред. Ю. А. Золотова. ? М.: Мир: АСТ, Т. 1. ? 2004. ? 608 с.
4. Аналитическая химия: проблемы и подходы: в 2 т. / ред.: Р. Кельнер, Ж.-М. Мерме, М. Отто, Г. М. Видмер; пер. с англ. А. Г. Борзенко [и др.] под ред. Ю. А. Золотова. ? М.: Мир: АСТ, Т. 2. ? 2004. ? 728 с.

### 7.3. Интернет-ресурсы:

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>  
ИСП АЭС PerkinElmer - <http://www.perkinelmer.com/Catalog/Category/ID/ICP%20Optical%20Emission%20ICPOES>  
ИСП МС PerkinElmer - <http://www.perkinelmer.com/Catalog/Category/ID/ICPMass%20Spectrometry>  
Российский химико-аналитический портал - <http://anchem.ru/forum/>

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

Освоение дисциплины "Химикоспектральные методы" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Компьютерный проектор

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

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 04.03.01 "Химия" и профилю подготовки Аналитическая химия .

Автор(ы):

Гарифзянов А.Р. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Будников Г.К. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.