

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Кубанский государственный университет»  
Факультет химии и высоких технологий  
Кафедра аналитической химии

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе,  
качеству образования – первый  
проректор  
  
\_\_\_\_\_ Хагуров Т.А.  
« 29 » \_\_\_\_\_ 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.03 МЕТОДЫ ЭЛЕМЕНТНОГО АНАЛИЗА**  
**В АНАЛИТИЧЕСКОЙ ХИМИИ**

Направление подготовки – 04.04.01 Химия

Профиль подготовки – аналитическая химия

Форма обучения – очная

Квалификация выпускника – магистр

Краснодар 2020

Рабочая программа дисциплины «Методы элементного анализа в аналитической химии» составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 04.04.01 – Химия, утвержденным приказом Минобрнауки России №1042 от 23.09.2015.

Программу составил

М.Ю. Бурьлин, профессор кафедры аналитической химии, д.х.н.



Рабочая программа дисциплины «Методы элементного анализа в аналитической химии» утверждена на заседании кафедры аналитической химии протокол № 6 от 15.05.2020 г.



Заведующий кафедрой (разработчика) Темердашев З.А.

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета химии и высоких технологий протокол № 5 от 25.05.2020 г.



Председатель УМК факультета Беспалов А.В.

Рецензент:

Анисимов В.В., руководитель службы охраны труда ООО «МонтажТехСтрой», кандидат технических наук

## 1. Цели и задачи изучения дисциплины

### 1.1 Цель дисциплины

Целью освоения данной дисциплины является формирование у обучающихся общепрофессиональных и профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 04.04.01 — Химия.

### 1.2. Задачи дисциплины

- 1) овладение обучающимися теорией и навыками практической работы в области методов элементного анализа;
- 2) приобретение обучающимися способности использовать и развивать теоретические основы традиционных и новых методов элементного анализа;
- 3) приобретение обучающимися готовности использовать современную аппаратуру при проведении научных исследований.

### 1.3 Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Методы элементного анализа в аналитической химии» относится вариативной части (дисциплина по выбору) профессионального цикла Блока 1 "Дисциплины (модули)" учебного плана. Информационно и логически она связана со следующими дисциплинами: «Современная аналитическая химия», «Современная вольтамперометрия».

### 1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:  
- способностью планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии или смежных наук.

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1.	ПК-1	Способность планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии или смежных наук	Знать основные этапы развития и теоретические основы методов элементного анализа	Прослеживать логику развития методов элементного анализа и находить перспективные пути их развития	Методологическими приемами, позволяющими грамотно оценивать аналитические возможности и потенциал методов элементного анализа

## 2. Структура и содержание дисциплины

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц (180 часов, из них – 64,3 часа аудиторной нагрузки: лекционных 32 часа, лабораторных 32 часа, 0,3 часа ИКР, 80 часов самостоятельной работы).

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры (часы)		
		1	2	
<b>Контактная работа, в том числе:</b>				
<b>Аудиторные занятия (всего):</b>	<b>64,3</b>	-	<b>64,3</b>	
Занятия лекционного типа	32	-	32	
Лабораторные занятия	32	-	32	
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)	-	-	-	
<b>Иная контактная работа:</b>				
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,3	-	0,3	
<b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>				
Курсовая работа	-	-	-	
Проработка учебного (теоретического) материала	30	-	30	
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)	15	-	15	
Реферат	15	-	15	
Подготовка к текущему контролю	20	-	20	
<b>Контроль:</b>				
Подготовка к экзамену	35,7	-	35,7	
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>час.</b>	<b>180</b>	<b>-</b>	<b>180</b>
	<b>в том числе контактная работа</b>	<b>64,3</b>	<b>-</b>	<b>64,3</b>
	<b>зач. ед</b>	<b>5</b>	<b>-</b>	<b>5</b>

## 2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоёмкости по разделам дисциплины.

№	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	СРС
1	2	3	4	5	6	7
1	Методы оптической атомной спектрометрии	26	6	-	8	12
2	Методы рентгеновской спектрометрии	20	6	-	4	10
3	Ядерно-физические методы	12	2	-	-	10
4	Неорганическая масс-спектрометрия	28	6	-	12	10
5	Локальный элементный анализ	10	2	-	-	8
6	Элементный анализ органических веществ	12	2	-	-	10
7	Практическое применение и сравнение аналитических возможностей методов элементного анализа	12	2	-	-	10

№	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	СРС
8	Проточный и проточно-инжекционный элементный анализ	24	6	–	8	10
9	Итого:		<b>32</b>	–	<b>32</b>	80

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента.

### 2.3. Содержание разделов дисциплины

#### 2.3.1 Занятия лекционного типа

№ раздела	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Методы оптической атомной спектроскопии	Атомно-абсорбционная спектроскопия. Атомно-эмиссионная спектроскопия. Атомно-флуоресцентная спектроскопия. Основные понятия и теоретические основы методов. Аппаратурное оформление. Разновидности, метрологические характеристики и аналитические возможности методов оптической атомной спектроскопии.	К, ЛР, Р
2.	Методы рентгеновской спектроскопии	Рентгеновский спектр. Классификация методов рентгеновской спектроскопии. Рентгеновская эмиссия, рентгеновская абсорбция, рентгеновская флуоресценция. Непрерывное (тормозное) и характеристическое (линейчатое) рентгеновское излучение. Оборудование: источники рентгеновского излучения (рентгеновская трубка, источники вторичного рентгеновского излучения, радиоизотопные источники), коллиматоры, фильтры, кристаллы-анализаторы, детекторы (газовые ионизационные, сцинтилляционные, полупроводниковые), держатели образцов. Интерпретация спектров. Применение методов. Последние разработки в методах рентгеновской спектроскопии.	К, ЛР, Р
3.	Ядерно-физические методы	Ядерно-физические методы. Классификация методов. Активационный анализ. Инструментальный и радиохимический варианты. Классификация методов по способу активации. Нейтронно-активационный анализ. Гамма-активационный анализ. Активация заряженными	К, Р

		ми частицами. Аппаратура для проведения активационного анализа. Применение активационного анализа. Гамма-резонансная (мёссбауэровская) спектроскопия. Принципы, аппаратура, применение. Метод изотопного разбавления. Активационная автордиография. Неактивационные ядерно-физические методы.	
4.	Неорганическая масс-спектрометрия	Теоретические основы метода. Ионные источники: индуктивно связанная плазма, искра, лазер, тлеющий разряд, термическая ионизация с поверхности, электронная ионизация, ионизация электроспреем, матрично-индуцированная лазерная десорбция-ионизация, масс-спектрометрия вторичных ионов. Разделение ионов, анализаторы: магнитный секторный, электрический секторный, квадрупольный, времяпролетный, ионная ловушка. Детекторы: клетка Фарадея, умножитель вторичных электронов и др. Качественный анализ: изотопы, определение масс, мешающие влияния. Интерференции и способы их устранения. Количественный анализ: полуколичественные измерения, калибровка, изотопное разбавление. Подготовка проб. Аналитические возможности метода. Области применения.	К, ЛР, Р
5.	Локальный элементный анализ	Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия. Оже-электронная спектроскопия. Спектроскопия ионного рассеяния. Масс-спектрометрия вторичных ионов. Электронно-зондовый рентгеноспектральный анализ. Теоретические основы методов. Оборудование. Применение. Сравнительная оценка методов.	К, Р
6.	Элементный анализ органических веществ	Автоматические методы определения углерода, водорода, азота, серы и кислорода. Основные принципы автоматических методов CHNS-анализа. Подготовка проб к анализу: взвешивание, ввод проб в реактор, реакционный блок, разделительная часть и детектирование, электронное оборудование. Коммерческие анализаторы.	К, Р
7.	Практическое применение и сравнение аналитических возможностей методов элементного анализа	Сравнительная оценка аналитических возможностей методов элементного анализа: метрологические характеристики, экономическая составляющая анализа, возможность неразрушающего контроля, устойчивость к влияниям, требования к образцам. Анализ различных объектов. Анализ твердых, жидких и газообразных проб. Методы генерации паров в аналитической атомной спектрометрии: общая ха-	К, Р

		рактеристика подхода. Химическая генерация гидридов, галогенидов, карбониллов, оксидов, алкилпроизводных. Метод холодного пара и ультразвук для генерации паров ртути. Техника фотохимической генерации: механизм процесса, оборудование, круг элементов, преимущества и ограничения подхода.	
8.	Проточный и проточно-инжекционный элементный анализ	Основы метода проточного элементного анализа. Оборудование. Схемы с проточным концентрированием и генерацией паров. Химические, электрохимические, фотохимические и другие техники генерации паров.	К, ЛР, Р

### 2.3.2 Занятия семинарского типа

(учебным планом занятия семинарского типа не предусмотрены)

### 2.3.3 Лабораторные занятия

№	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	2	3
1	Применение дейтериевой коррекции в методе атомно-абсорбционной спектроскопии для коррекции мешающих влияний при определении мышьяка в природной воде	Отчет по лабораторной работе
2	Групповое концентрирование 16 элементов для их атомно-эмиссионного определения в морской воде	Отчет по лабораторной работе
3	Исследование почв на загрязнение тяжелыми металлами методом рентгенофлуоресцентного анализа	Отчет по лабораторной работе
4	ИСП-МС-определение 18 элементов в образцах природной воды	Отчет по лабораторной работе
5	Оценка загрязнения рабочих поверхностей лаборатории химическими элементами методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой	Отчет по лабораторной работе
6	Применение расчетных методов коррекции полиатомных интерференций в методе масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой	Отчет по лабораторной работе
7	Атомно-абсорбционное определение ртути методом «холодного пара»	Отчет по лабораторной работе
8	Электротермическое атомно-абсорбционное определение мышьяка с генерацией гидридов	Отчет по лабораторной работе
9	Электротермическое атомно-абсорбционное определение селена в природной воде с фотохимической генерацией паров аналита	Отчет по лабораторной работе

### **2.3.4. Примерная тематика курсовых работ**

Курсовые работы – не предусмотрены.

### **2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

## **3. Образовательные технологии**

В процессе освоения данной учебной дисциплины используются следующие образовательные технологии: аудиторная работа в виде традиционных форм: лекции и лабораторной работы; самостоятельная работа студентов. Активизации и интенсификации познавательного процесса способствуют моделирование проблемных ситуаций и мультимедийные презентации в лекционном курсе. В рамках лабораторных занятий применяются исследовательские методы и методы конкретных ситуаций. Даются ситуационные задачи по различным разделам дисциплины.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья реализуются индивидуальные образовательные технологии, которые позволяют полностью индивидуализировать содержание, методы и темпы учебной деятельности инвалида, вносить вовремя необходимые коррективы как в деятельности студента, так и в деятельность преподавателя. Предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

Вид занятия (Л, ПР, ЛР)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
Л	Учебные дискуссии	3
ЛР	Обсуждение результатов работы студенческих исследовательских групп	4
Л	Решение проблемной задачи по расчету полиатомных влияний в методе масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой	15
ЛР	Выполнение лабораторной работы по измерению значений полиатомных интерференций	5
<i>Итого:</i>		27

### **Подготовка реферата и доклада по нему с компьютерной презентацией:**

Реферат – письменная работа, содержащая краткое изложение сущности какого-либо вопроса, темы на основе нескольких первоисточников, выполняемая студентом в течение длительного срока (около месяца). Реферат должен содержать основные фактические сведения и выводы по рассматриваемому вопросу.

Структура реферата:

- Титульный лист.
- Оглавление (план, содержание), в котором указаны названия всех разделов (пунктов плана) реферата и номера страниц, указывающие начало этих разделов в тексте реферата.
- Введение.
- Основная часть реферата может иметь одну или несколько глав, состоящих из 2–3 параграфов (подпунктов, разделов) и предполагает осмысленное и логичное изложение главных положений и идей, содержащихся в изученной литературе. В тексте обязательны ссылки на первоисточники.
- Заключение содержит главные выводы, и итоги из текста основной части.
- Приложение может включать графики, таблицы, расчеты.
- Библиография (список литературы). Список составляется согласно правилам библиографического описания.

Введение – начальная часть текста. Во введении аргументируется актуальность исследования, выявляется практическое и теоретическое значение данного исследования. Введение может содержать обзор источников или экспериментальных данных, уточнение исходных понятий и терминов, сведения о методах исследования.

Основная часть реферата раскрывает содержание темы. В ней обосновываются основные тезисы реферата, приводятся развернутые аргументы, предполагаются гипотезы, касающиеся сущности обсуждаемого вопроса. Аргументируя собственную позицию, желательно анализировать и оценивать позиции различных исследователей. Такая установка позволит избежать некритического заимствования материала – компиляции.

В заключении в краткой и сжатой форме излагаются полученные результаты, представляющие собой ответ на главный вопрос исследования. Здесь же могут намечаться и дальнейшие перспективы развития темы.

Список использованной литературы. Названия источников в списке располагают по алфавиту с указанием выходных данных использованных книг и журнальных статей.

Доклад (устное сообщение) по реферату представляет собой краткое (5–7 мин) изложение сути выполненной работы, сопровождающееся компьютерной презентацией. Последняя должна включать не более 12–15 слайдов.

#### 4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Для контроля знаний студентов по данной дисциплине проводится оперативный, рубежный и итоговый контроль. Оперативный контроль осуществляют путем проведения письменных опросов студентов по окончании изучения тем учебной дисциплины. В материалы письменных опросов студентов включаются и темы, предложенные им для самостоятельной подготовки. При проведении оперативного контроля используют контрольные вопросы, тестовые задания и ситуационные задачи. Рубежный контроль: студенты по изученной дисциплине выполняют контрольную работу. Контрольное тестирование включает в себя задания по всем темам раздела рабочей программы дисциплины. Следует информировать студентов, что тесты могут иметь один, несколько правильных ответов или все предлагаемые варианты ответов будут правильными. Система оценок выполнения контрольного тестирования: – «отлично» – количество правильных оценок от 80 до 100 процентов; – «хорошо» – от 65 до 80 процентов; – «удовлетворительно» – от 50 до 65 процентов. Итоговый контроль осуществляют в виде зачета в конце семестра. На зачете студентам предлагается ответить на 3 вопроса по материалам учебной дисциплины. По итогам написания контрольной работы и устного ответа на зачете преподаватель оценивает знания обучающегося. Оценка по зачету является итоговой по курсу «Безопасность жизнедеятельности».

При наличии академических задолженностей по занятиям, связанных с пропусками преподаватель выдает задание студенту в виде реферата или презентации по пропущенной теме занятия.

##### 4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущей аттестации

###### 4.1.1 Примерные темы рефератов, докладов

1. Оценка текущего развития методов элементного анализа на основании анализа публикационной активности за 2016 год.
2. Основные тенденции современного развития методов элементного анализа.
3. Разработка специализированных ресурсов по методам элементного анализа в сети Интернет.
4. Производство оборудования для элементного анализа: страны, компании, технологии.
5. Источники загрязнения в лабораториях высокочувствительного элементного анализа и способы их устранения.
6. Историческая логика развития методов элементного анализа.
7. Элементный анализ в исследовании космоса.
8. Хроматография и методы элементного анализа.
9. Автоматизация и компьютеризация методов элементного анализа.
10. Полевой элементный анализ.
11. Разработка стандартных методик элементного анализа.
12. Элементный анализ в промышленности.

*Отметка «зачтено» по реферату выставляется если:*

*реферат (доклад) демонстрирует творческую самостоятельную работу студента, выделены основные вопросы, проблемы, положения, рассматриваемые в реферируемой литературе по выбранной теме, раскрыто содержание поставленных вопросов, сформулированы результаты, выводы, обобщения, личная точка зрения. Работа структурирована и оформлена в соответствии с правилами описания печатных трудов.*

*Отметка «не зачтено» по реферату выставляется если:*

*реферат не имеет признаков реконструктивной самостоятельной работы, не сформулированы проблемы, выводы, не сделаны обобщения, отсутствует список использованной литературы.*

### Критерии дифференцированной оценки реферата

Критерии оценки	Максимальная оценка в баллах	Шкала перевода в традиционную оценку
Логичность изложения	3	9–15 – зачтено 0–8 – не зачтено
Раскрытие темы	3	
Использование широкой информационной базы	3	
Наличие собственных выводов, обобщений, критического анализа	3	
Соблюдение правил цитирования	2	
Правильность оформления	1	
<i>Итого</i>	<i>15</i>	

#### 4.1.2 Примеры вариантов контрольных работ

##### *Контрольная работа №1*

##### *Вариант №1*

- 1) Общие требования к методам элементного анализа. Классификация методов по «природе энергии возбуждения и энергии информации».
- 2) Устройство ламп с полым катодом в методе ААС: стандартной, усиленной, многоэлементной. Устройство лазерных источников резонансного излучения в методе ААС.
- 3) Монохроматоры Литтрова и Черни-Гернера в методе АЭС. Тонкая настройка длины волны при помощи кварцевой преломляющей пластины.
- 4) Атомная флуоресценция. Природа процесса. Виды энергетических переходов. Схема метода АФС и источники резонансного излучения. Аналитические возможности метода.

##### *Вариант №2*

- 1) Устройство матричного (CCD) детектора. Его применение в методах атомной спектроскопии. Преимущества CCD-детектора.
- 2) Условия Уолша. Необходимость их выполнения в низкоразрешающей ААС. Способ коррекции неселективного поглощения в методе ААС с использованием источника сплошного спектра.
- 3) Особенности пламенных атомизаторов в методе АФС. Электротермическая атомизация в методе АФС.
- 4) Электрическая дуга, искра, тлеющий разряд, трехэлектродная плазма постоянного тока, индуктивно-связанная плазма и СВЧ-плазма для получения спектров атомной эмиссии. Световоды для ИСП-спектрометров.

##### *Вариант №3*

- 1) Высокорастворимая ААС. Многоэлементные возможности метода ААС. Общие схемы подходов. Ксеноновая лампа высокого давления.
- 2) Особенности фокусирующей оптики в методе АФС. Схемы линзовые, зеркальные, зеркально-линзовые и схемы со сферическими зеркалами.
- 3) Техническое обслуживание и проверка работы атомно-эмиссионных спектрометров.
- 4) Получение аэрозолей пробы в методах атомной спектроскопии (распылители).

##### *Вариант №4*

- 1) Общие требования к методам элементного анализа. Классификация методов по «природе энергии возбуждения и энергии информации».
- 2) Получение аэрозолей пробы в методах атомной спектроскопии (распылители).

- 3) Оптические схемы многоэлементных атомно-эмиссионных спектрометров. Круг Роуланда. Полюхроматор Пашена-Рунге. Его устройство и применение в методе АЭС.
- 4) Особенности пламенных атомизаторов в методе АФС. Электротермическая атомизация в методе АФС.

*Оценка контрольных работ проводится по бальной системе. За каждый вопрос выставляется 5 баллов, если его содержание раскрыто в полном объеме (приведены основные определения, ссылки на нормативные документы, примеры и т.д.). Зачтенной считается контрольная работа с результатом более 10 баллов.*

#### **4.1.3 Примеры расчетных задач**

1. Длины волн D-линий в эмиссионном спектре натрия равны 588,995 и 589,592 нм, соответственно. Какую длину должна иметь дифракционная решетка 600 штр/мм, чтобы разрешить эти линии в спектре первого порядка?
2. Рассчитайте толщину золотой фольги, если интенсивность излучения Mo K<sub>α</sub>, прошедшего через нее, уменьшилась в 5 раз? Массовый коэффициент поглощения Mo K<sub>α</sub> и плотность золота равны 11,3 см<sup>2</sup>/г и 19,28 г/см<sup>3</sup> соответственно.
3. Оцените предел обнаружения элементов методом РФЭС, если глубина отбора аналитической информации составляет 2–3 нм, а площадь анализируемой поверхности образца равна ~ 1 см<sup>2</sup>. Следует помнить, что элемент может быть обнаружен, если его относительное содержание не ниже 0,01 ат. %.

*Решение задачи можно считать успешным, если получен правильный ответ при правильном ходе решения.*

## **4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации**

### **Вопросы к экзамену**

- 1) Общие требования к методам элементного анализа. Классификация методов по «природе энергии возбуждения и энергии информации».
- 2) Оптическая схема атомно-абсорбционного спектрометра. Источники резонансного излучения. Аналитические возможности метода.
- 3) Устройство ламп с полым катодом в методе ААС: стандартной, усиленной, многоэлементной. Устройство лазерных источников резонансного излучения в методе ААС.
- 4) Оптическая схема атомно-абсорбционного спектрометра. Детекторы излучения. Монохроматоры. Двухлучевая схема прибора.
- 5) Устройство матричного (CCD) детектора. Его применение в методах атомной спектрометрии. Преимущества CCD-детектора.
- 6) Метод пламенной ААС. Составы горючих смесей. Устройство распылительных камер и горелок. Аналитические возможности метода.
- 7) Метод электротермической ААС. Особенности регистрации аналитического сигнала. Преимущества и недостатки. Атомизаторы. Печи Львова, Массмана, Уэста. Графитовая платформа. Температурная программа в методе электротермической ААС. Аналитические возможности метода.
- 8) Условия Уолша. Необходимость их выполнения в низкоразрешающей ААС. Способ коррекции неселективного поглощения в методе ААС с использованием источника сплошного спектра.
- 9) Высокоразрешающая ААС. Многоэлементные возможности метода ААС. Общие схемы подхо-

- дов. Ксеноновая лампа высокого давления. Причины малой распространенности таких схем.
- 10) Общая схема атомно-эмиссионного спектрометра. Природа спектров атомной эмиссии. Аналитические возможности метода АЭС.
  - 11) Электрическая дуга, искра, тлеющий разряд, трехэлектродная плазма постоянного тока, индуктивно-связанная плазма и СВЧ-плазма для получения спектров атомной эмиссии. Световоды для ИСП-спектрометров.
  - 12) Монохроматор Черни-Тернера в методе АЭС. Тонкая настройка длины волны при помощи кварцевой преломляющей пластины.
  - 13) Оптические схемы многоэлементных атомно-эмиссионных спектрометров. Полихроматор Пашена-Рунге. Его устройство и применение в методе АЭС.
  - 14) Атомная флуоресценция. Природа процесса. Виды энергетических переходов. Схема метода АФС и источники резонансного излучения. Аналитические возможности метода.
  - 15) Особенности пламенных атомизаторов в методе АФС. Электротермическая атомизация в методе АФС.
  - 16) Особенности фокусирующей оптики в методе АФС. Схемы линзовые, зеркальные, зеркально-линзовые и схемы со сферическими зеркалами.
  - 17) Получение аэрозолей пробы в методах атомной спектрометрии (распылители).
  - 18) Рентгеновская спектрометрия. Рентгеновский спектр. Обозначение рентгеновских линий. Общие представления о взаимодействии рентгеновского излучения с веществом. Рентгеновская абсорбция и флуоресценция.
  - 19) Получение рентгеновского излучения (рентгеновская трубка, источники вторичного рентгеновского излучения, радиоизотопные источники), коллиматоры, фильтры, кристаллы-анализаторы.
  - 20) Разложение рентгеновского излучения в спектр. Кристаллы-анализаторы. Методы Солера, Кошуа, Иоганна.
  - 21) Детекторы рентгеновского излучения. Счетчик Гейгера-Мюллера. Пропорциональный счетчик. Полупроводниковый детектор.
  - 22) Анализ поверхности. Рентгеновский микроанализ. Устройство электронного микроскопа с приставкой рентгеновского микроанализа.
  - 23) Неорганическая масс-спектрометрия. Основные блоки масс-спектрометра с индуктивно-связанной плазмой (источник ионов, вакуумная система, масс-анализатор, детектор). Аналитические возможности метода.
  - 24) Неорганическая масс-спектрометрия. Неспектральные и спектральные интерференции. Способы устранения интерференций (уравнения математической коррекции, охлаждение распылительной камеры, режим холодной плазмы. Системы устранения интерференций (реакционная ячейка, столкновительная ячейка)).

## Примеры экзаменационных билетов

### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №1

- 1) Общие требования к методам элементного анализа. Классификация методов по «природе энергии возбуждения и энергии информации».
- 2) Неорганическая масс-спектрометрия. Неспектральные и спектральные интерференции. Способы устранения интерференций (уравнения математической коррекции, охлаждение распылительной камеры, режим холодной плазмы. Системы устранения интерференций (реакционная ячейка, столкновительная ячейка)).

### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №2

- 1) Оптическая схема атомно-абсорбционного спектрометра. Источники резонансного излучения. Аналитические возможности метода.
- 2) Особенности фокусирующей оптики в методе АФС. Схемы линзовые, зеркальные, зеркально-линзовые и схемы со сферическими зеркалами.

### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №3

- 1) Устройство ламп с полым катодом в методе ААС: стандартной, усиленной, многоэлементной. Устройство лазерных источников резонансного излучения в методе ААС.
- 2) Электрическая дуга, искра, тлеющий разряд, трехэлектродная плазма постоянного тока, индуктивно-связанная плазма и СВЧ-плазм для получения спектров атомной эмиссии. Световоды для ИСП-спектрометров.

### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №4

- 1) Оптическая схема атомно-абсорбционного спектрометра. Детекторы излучения. Монохроматоры. Двухлучевая схема прибора.
- 2) Получение рентгеновского излучения (рентгеновская трубка, источники вторичного рентгеновского излучения, радиоизотопные источники), коллиматоры, фильтры, кристаллы-анализаторы.

#### Критерии оценки:

- **отметка «отлично»** выставляется с учетом сформированности компетенций (пункт 4.2.), если дан полный, правильный ответ, материал изложен в определенной логической последовательности демонстрируется многосторонность подходов, многоаспектность обсуждения проблемы, умение аргументировать собственную точку зрения, находить пути решения познавательных задач, устанавливать причинно-следственные связи между строением, свойствами и применением веществ, в логическом рассуждении и решении задачи нет ошибок, задача решена рациональным способом;

- **отметка «хорошо»** выставляется студенту, если ответ полный и правильный на основе изученных теорий, материал изложен в определённой логической последовательности, при этом допускаются несущественные ошибки в ответах на теоретические вопросы или в решении задачи, которые студент может исправить по указанию преподавателя

- **отметка «удовлетворительно»** выставляется студенту, если ответ полный, но при этом допущена существенная ошибка или ответ неполный, несвязный, не проявляются умения применять теоретические знания при решении практических проблем; знание предмета с заметными пробелами, неточностями, но такими, которые не служат препятствием для дальнейшего обучения

- **отметка «неудовлетворительно»** выставляется, если ответ обнаруживает незнание основного содержания учебного материала

## **5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

### **5.1. Основная литература**

1. Кристиан Г. Аналитическая химия в 2 т. Т. 2. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2015. – 504 с.
2. Основы аналитической химии: в 2 т. Т. 2. Под ред. Ю. А. Золотова. – М.: Академия, 2014. – 410 с.
3. Проточный химический анализ. Под. ред. Ю. А. Золотова. – М.: Наука, 2014. – 428 с.
4. Марукович, Е. И. Эмиссионный спектральный анализ / Е. И. Марукович, А. Г. Непокройчицкий, Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т технологии металлов. – Минск: Беларус. навука, 2013. – 308 с. – ISBN 978-985-08-1613-9. – Режим доступа: [https://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=230973&sr=1](https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=230973&sr=1).

### **5.2. Дополнительная литература**

1. Отто М. Современные методы аналитической химии. – М.: Техносфера, 2008. – 281 с.
2. Мак-Махон Дж. Аналитические приборы. Руководство по лабораторным, портативным и миниатюрным приборам. – СПб.: Центр образовательных программ Профессия, 2009. – 366 с.
3. Пупышев А.А. Атомно-абсорбционный спектральный анализ. М.: Техносфера, 2009. – 784 с.
4. Скальная, М. Г. Современные методы определения химических элементов: учебное пособие / М. Г. Скальная, Е. В. Лакарова, А.В. Скальный, Т. И. Бурцева; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2011. – 164 с. – Режим доступа: [https://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=259354&sr=1](https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=259354&sr=1).

### **5.3. Периодические издания**

1. «Журнал аналитической химии», Россия, Москва.
2. «Заводская лаборатория. Диагностика материалов», Россия, Москва.
3. «Журнал прикладной спектроскопии», Республика Беларусь, Минск.

## **6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

1. Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН. [URL:http://archive.neicon.ru](http://archive.neicon.ru) (Журнал “International Journal of Occupational Safety and Ergonomics”, издательство “Taylor and Francis”);
2. Электронная библиотечная система издательства «Лань» [URL:http://e.lanbook.com](http://e.lanbook.com);
3. Электронная библиотечная система издательства «Юрайт» [URL:http://www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru);
4. Справочная правовая система «КонсультантПлюс» [URL:http://www.consultant.ru](http://www.consultant.ru);
5. Научная электронная библиотека [URL:http://www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru);
6. Коллекция журналов издательства Elsevier на портале ScienceDirect [URL:http://www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com).

## 7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

По курсу предусмотрено проведение лекционных занятий, на которых дается основной систематизированный материал. Лабораторные работы проводятся с целью закрепления основного материала, а также для приобретения обучающимися практических и научно-исследовательских навыков в соответствии с установленными компетенциями курса.

Важнейшим этапом курса является самостоятельная работа по дисциплине. Используются следующие виды самостоятельной работы студентов:

- работа с конспектом лекции;
- подготовка к лабораторной работе;
- обработка результатов лабораторных работ;
- поиск информации в сети Интернет и печатных источниках;
- подготовка реферата и доклада по нему с компьютерной презентацией;
- подготовка к сдаче зачёта.

№ раздела	Наименование раздела	Всего часов	Форма отчетности	Подготовка к текущему контролю	Реферат	Проработка учебного (теоретического материала)	Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Методы оптической атомной спектроскопии	12	К, ЛР, Р	3	2	5	2
2	Методы рентгеновской спектроскопии	12	К, ЛР, Р	3	2	5	2
3	Ядерно-физические методы	24	К, Р	3	10	5	6
4	Неорганическая масс-спектрометрия	12	К, ЛР, Р	3	2	5	2
5	Локальный элементный анализ	16	К, ЛР, Р	3	2	5	6
6	Элементный анализ органических веществ	24	К, Р	3	10	5	6
7	Практическое применение и сравнение аналитических возможностей методов элементного ана-	34	К, Р	3	20	5	6

	лиза						
8	Проточный и проточно-инжекционный элементный анализ	10	К, ЛР, Р	3	2	5	-
Итого		144		24	50	40	30

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

## **8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

### **8.1 Перечень информационных технологий**

- Консультирование посредством электронной почты;
- Использование электронных презентаций при проведении практических занятий;
- Самостоятельный поиск обучающимися информации в электронных системах и сети Интернет;
- Изучение программного обеспечения, используемого при лабораторных работах с аналитическими приборами.

### **8.2 Перечень необходимого программного обеспечения**

При выполнении лабораторных работ и подготовке презентаций для защиты рефератов используется программное обеспечение:

- MicrosoftOffice (Word, Excel, PowerPoint);

Необходимо программное обеспечение к аналитическим приборам:

1. «WizAArd 2.20»
2. «iTEVA Control Center 2.8.0.97»
3. «EDX Software DPX-700 E 1.00 Rel. 017»
4. «PlasmaLab 2.5.11»,

которое используется для управления научным оборудованием и обработки экспериментальных данных.

### **8.3 Перечень необходимых информационных справочных систем**

1. ЭБС «Университетская библиотека Online» <https://biblioclub.ru/>
3. ЭБС Издательства «Лань» <http://e.lanbook.com/>
4. ЭБС «Юрайт» <http://www.biblio-online.ru/>
5. <http://infoneeds.kubsu.ru/>

**9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Лекционная аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и соответствующим программным обеспечением (ПО).
	Лабораторные занятия	Лаборатория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения:  1. Атомно-абсорбционный спектрометр AA-6800 (Shimadzu, Япония).  2. Атомно-эмиссионный спектрометр iCAP 6300 (Thermo Scientific, США).  3. Масс-спектрометр с индуктивно-связанной плазмой X-series II (Thermo Scientific, США).  4. Энергодисперсионный рентгенфлуоресцентный спектрометр EDX-800HS (Shimadzu, Япония).  5. Приставка ртутно-гидридной генерации HVG-1 (Shimadzu, Япония).  6. Планетарная моно-мельница Pulverisette 6 (Fritsch, Германия).  7. Пресс для подготовки образцов.
2.	Групповые (индивидуальные) консультации	Аудитория
3.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитория
4.	Самостоятельная работа	Осуществляется в читальных залах библиотеки КубГУ, зале реферативных журналов, вычислительном центре КубГУ, Интернет-центре, а также других аудиториях факультета химии и высоких технологий с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.