

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
**«КУЗБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
**имени Т. Ф. ГОРБАЧЕВА»**

Кафедра химии, технологии неорганических веществ  
и наноматериалов

И. П. Горюнова

## **МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ**

**Методические указания к самостоятельной работе  
для аспирантов всех форм обучения**

Рекомендованы учебно-методической комиссией  
направления подготовки 04.06.01 «Химические науки»  
в качестве электронного издания для самостоятельной работы

Кемерово 2016

## Рецензенты:

Ченская В. В. – кандидат химических наук, доцент кафедры химии, технологии неорганических веществ и наноматериалов

Черкасова Т. Г. – доктор химических наук, профессор, председатель учебно-методической комиссии направления подготовки аспирантов 04.06.01 «Химические науки»

**Горюнова Ирина Петровна. Методы исследования неорганических веществ [Электронный ресурс] :** методические указания к самостоятельной работе для аспирантов направления подготовки 04.06.01 «Химические науки» всех форм обучения / И. П. Горюнова; КузГТУ. – Электрон. дан. – Кемерово, 2016. – Систем. требования : Pentium IV; ОЗУ 8 Мб; Windows 2010; мышь. – Загл. с экрана.

Материал, содержащийся в электронном издании, представляет методические указания к самостоятельной работе аспирантов.

© КузГТУ, 2016

© И. П. Горюнова, 2016

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	3
План самостоятельной работы .....	5
I. Задания для самостоятельной работы по разделу 1. «Цели и задачи курса. Классификация методов исследования неорганических веществ» .....	6
II. Задания для самостоятельной работы по разделу 2. «Основные спектроскопические методы исследования» .....	7
III. Задания для самостоятельной работы по разделу 3. «Фотометрические методы анализа» .....	9
IV. Задания для самостоятельной работы по разделу 4. «Люминесцентный анализ» .....	10
V. Задания для самостоятельной работы по разделу 5. «ИК-спектрометрия» .....	10
VI. Задания для самостоятельной работы по разделу 6. «Масс-спектральный анализ» .....	10
VII. Задания для самостоятельной работы по разделу 7. «Методы атомного спектрального анализа» .....	11
VIII. Задания для самостоятельной работы по разделу 8. «Электрохимические методы» .....	11
IX. Задания для самостоятельной работы по разделу 9. «Термический метод анализа» .....	11
X. Вопросы к экзамену .....	11

## ВВЕДЕНИЕ

Методические указания разработаны для аспирантов очной и заочной форм обучения направления подготовки 04.06.01 и представляют собой описание порядка выполнения самостоятельной работы.

Данный вид учебной деятельности способствует систематизации, закреплению, углублению и расширению полученных знаний, а также формированию потребности в самообразовании, организованности.

Формы контроля самостоятельной работы аспирантов: опрос по темам лекций, лабораторных занятий и разделов самостоятельного изучения.

В качестве основной литературы при изучении дисциплины рекомендованы учебники и электронные ресурсы:

1. Васильева, В. И. Спектральные методы анализа. Практическое руководство [Электронный ресурс] : учеб. пособие для студентов вузов, В. И. Васильева [и др.]; под ред. В. Ф. Селеменева, В. Н. Семенова. – СПб. : Лань, 2014. – 416 с.

[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=50168](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=50168)

2. Лебухов, В. И. Физико-химические методы исследования [Электронный ресурс] : учебник / В. И. Лебухов, А. И. Окара, Л. П. Павлюченкова; под ред. А. И. Окара. – Санкт-Петербург : Лань, 2012. – 480 с.

[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=4543](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=4543)

В качестве дополнительной литературы рекомендованы учебники и электронные ресурсы:

3. Федотов, М.А. Ядерный магнитный резонанс в неорганической и координационной химии : Растворы и жидкости [Электронный ресурс]. – М. : Физматлит, 2010. – 381 с.

<http://www.biblioclub.ru/book/76645>

4. Физические методы исследования неорганических веществ : учеб. пособие для студентов, обучающихся по специальности 020101 «Химия» направления подготовки 020100 «Химия» / Т. Г. Баличева [и др.]; под ред. А. Б. Никольского. – М. : Академия, 2006. – 448 с.

5. Накамото, К. ИК-спектры и спектры КР неорганических и координационных соединений / пер. с англ. Л. В. Христенко; под ред. Ю. А. Пентина. – М. : Мир, 1991. – 535 с.

6. Лесс, В. Р. Практическое руководство для лаборатории. Специальные методы : / пер. с нем. под ред. И. Г. Зенкевича [и др.]. – СПб. : Профессия, 2011. – 472 с.

7. Аналитическая химия: в 3 т. Т. 1. Методы идентификации и определения веществ : учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности «Химия» / А. А. Белюстин [и др.]; под ред. Л. Н. Москвина. – М. : Академия, 2008. – 576 с.

8. Карпов, Ю. А. Аналитический контроль в металлургическом производстве : учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по направлению подготовки бакалавров «Металлургия» и направлению подготовки дипломир. специалистов «Металлургия» / Ю. А. Карпов, А. П. Савостин, В. Д. Сальников. – М. : Академкнига, 2006. – 352 с.

9. Мак-Махон, Д. Аналитические приборы. Руководство по лабораторным, портативным и миниатюрным приборам / Д. Мак-Махон; пер. с англ. под ред. Л. Н. Москвина. – СПб. : Профессия, 2009. – 352 с.

10. Порай-Кошиц, М. А. Основы структурного анализа химических соединений : учеб. пособие для хим. специальностей ун-тов. – М. : Высшая школа, 1989. – 191 с.

11. Иоффе, Б. В. Физические методы определения строения органических соединений / Б. В. Иоффе, Р. Р. Костиков, В. В. Разин. – М. : Высшая школа, 1984. – 336 с.

12. Терещенко, А. Г. Внутрилабораторный контроль качества результатов анализа с использованием лабораторной информационной системы / А. Г. Терещенко, Н. П. Пикула, Т. В. Толстихина. – Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. – 312 с.

13. Сажин, С. Г. Приборы контроля состава и качества технологических сред [Электронный ресурс] : учеб. пособие / С. Г. Сажин. – СПб. : Лань, 2012. – 432 с.

[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=3552](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=3552)

**Самостоятельная работа студентов** включает выполнение домашнего задания, подготовку к лабораторным работам, оформление отчетов.

### План самостоятельной работы

Раздел дисциплины	№ недели	Вид СРС	Трудоемкость, в часах/ЗЕ	
			Очная форма	Заочная форма
Раздел 1	1, 2	1. Подготовка отчёта по лабораторной работе «Определение основных физико-химических характеристик неорганических веществ». 2. Проработка конспекта лекций, подготовка к защите лабораторной работы по контрольным вопросам. 3. Подготовка конспекта по теме «Пробоотбор и пробоподготовка в химической промышленности». [6, 8, 9]	16,22 / 0,45	16,66 / 0,46
Раздел 2	3, 4	1. Подготовка отчёта по лабораторной работе «ИК-спектроскопическое исследование строения неорганических веществ. Анализ ИК-спектров». 2. Проработка конспекта лекций, подготовка к защите лабораторной работы по контрольным вопросам. 3. Подготовка конспекта по теме «Рефрактометрический метод анализа: основы, аппаратное оформление, применение» [1]	16,22 / 0,45	16,66 / 0,46
Раздел 3	5, 6	1. Подготовка отчёта по лабораторной работе «Физико-химическое исследование показателей качества дистиллированной воды». 2. Проработка конспекта лекций, подготовка к защите лабораторной работы по контрольным вопросам. 3. Подготовка конспекта по теме «Статистическая обработка результатов анализа» [12]	16,22 / 0,45	16,66 / 0,46

Раздел дисциплины	№ недели	Вид СРС	Трудоемкость, в часах/ЗЕ	
			Очная форма	Заочная форма
Раздел 4	7, 8	Проработка конспекта лекций, подготовка конспекта по теме «Люминесцентный анализ» (углубленное изучение темы). [1, 8]	16,22 / 0,45	16,66 / 0,46
Раздел 5	9, 10	Проработка конспекта лекций, подготовка конспекта по теме «ИК-спектроскопия» (углубленное изучение темы). [1, 4-6, 8, 9]	16,22 / 0,45	16,66 / 0,46
Раздел 6	11, 12	Проработка конспекта лекций, подготовка конспекта по теме «Масс-спектральный анализ» (углубленное изучение темы). [4, 8]	16,22 / 0,45	16,66 / 0,46
Раздел 7	13, 14	Проработка конспекта лекций, подготовка конспекта по теме «Методы атомного спектрального анализа» (углубленное изучение темы). [1]	16,22 / 0,45	16,66 / 0,46
Раздел 8	13, 14	Проработка конспекта лекций, подготовка конспекта по теме «Электрохимические методы» (углубленное изучение темы). [8]	16,22 / 0,45	16,66 / 0,46
Раздел 9	13, 14	Проработка конспекта лекций, подготовка конспекта по теме «Термический метод анализа» (углубленное изучение темы). [4]	16,22 / 0,45	16,66 / 0,46
<b>Итого</b>			<b>146 / 4,05</b>	<b>150 / 4,166</b>

## **I. Задания для самостоятельной работы по разделу 1. «Цели и задачи курса. Классификация методов исследования неорганических веществ»**

### **1. Подготовка к лабораторной работе и оформление отчета**

Подготовка к лабораторной работе и оформление отчета проводится для проведения текущего контроля знаний. Студенты получают от преподавателя вопросы и готовятся к устной защите отчета по указанным источникам литературы.

Перечень вопросов для защиты лабораторной работы по теме «Определение основных физико-химических характеристик неорганических веществ»:

1. Назовите основные физико-химические характеристики неорганических веществ.
2. Дайте определения понятиям температура плавления, температура кипения, вязкость, плотность, растворимость.
3. Назовите методы определения температуры плавления и температуры кипения. Что представляет собой метод Сиволобова?
4. Назовите методы определения плотности.
5. Каковы особенности исследования растворимости веществ?
6. Назовите способы выражения концентрации веществ.
7. Охарактеризуйте оборудование, использующееся для определения вязкости веществ.
8. Что такое кинематическая вязкость?
9. Дайте определение понятию показатель преломления.
10. Охарактеризуйте рефрактометрический метод анализа. Изложите порядок работы на рефрактометре.

## **2. Выполнение домашнего задания**

Домашнее задание включает:

- 1) подготовку отчёта по лабораторной работе «Определение основных физико-химических характеристик неорганических веществ»;
- 2) проработку конспекта лекций, подготовку к защите лабораторной работы по контрольным вопросам;
- 3) подготовку конспекта по теме «Пробоотбор и пробоподготовка в химической промышленности» [6, 8, 9].

## **II. Задания для самостоятельной работы по разделу 2. «Основные спектроскопические методы исследования»**

### **1. Подготовка к лабораторной работе и оформление отчета**

Подготовка к лабораторной работе и оформление отчета проводится для проведения текущего контроля знаний. Студенты



получают от преподавателя вопросы и готовятся к устной защите отчета по указанным источникам литературы.

Перечень вопросов для защиты лабораторной работы по теме «ИК-спектроскопическое исследование строения неорганических веществ. Анализ ИК-спектров»:

1. Охарактеризуйте возможности колебательной спектроскопии. Какую информацию позволяют получить современные спектрометры?

2. Какой диапазон длин волн охватывает инфракрасная область электромагнитного спектра?

3. Что такое ИК-спектр?

4. Какие факторы определяют положение и интенсивность полос ИК-спектра?

5. Что представляют собой валентные и деформационные колебания?

6. Назовите источник излучения в ИК-спектроскопии.

7. Дайте краткую характеристику оборудования для ИК-спектроскопии. Каковы особенности ИК Фурье-спектрометров?

8. Каковы особенности подготовки образцов для исследования методом ИК-спектроскопии?

9. Каковы различия в спектроскопии ближней и средней ИК области?

10. Каково практическое применение спектроскопии в ближней ИК области?

## **2. Выполнение домашнего задания**

Домашнее задание включает:

1) подготовку отчёта по лабораторной работе «ИК-спектроскопическое исследование строения неорганических веществ. Анализ ИК-спектров»;

2) проработку конспекта лекций, подготовку к защите лабораторной работы по контрольным вопросам;

3) подготовку конспекта по теме «Рефрактометрический метод анализа: основы, аппаратное оформление, применение» [1].

### **III. Задания для самостоятельной работы по разделу 3. «Фотометрические методы анализа»**

#### **1. Подготовка к лабораторной работе и оформление отчета**

Подготовка к лабораторной работе и оформление отчета проводится для проведения текущего контроля знаний. Студенты получают от преподавателя вопросы и готовятся к устной защите отчета по указанным источникам литературы.

Перечень вопросов для защиты лабораторной работы по теме «Физико-химическое исследование показателей качества дистиллированной воды»:

1. Дайте определения терминам «дистиллят», «бидистиллят», «дистиллированная вода».
2. В аппаратах какого типа получают дистиллированную воду?
3. Какие примеси могут содержаться в дистиллированной воде?
4. Какой нормативный документ устанавливает требования к качеству дистиллированной воды?
5. Какие показатели качества контролируются в дистиллированной воде?
6. Как правильно хранить дистиллированную воду?
7. Какие меры предпринимают для освобождения дистиллированной воды от растворённых в ней диоксида углерода и кислорода?
8. Что может происходить при длительном хранении дистиллированной воды в стеклянной посуде?
9. В каких методах анализа используют особо чистую воду?
10. Почему для получения особо чистой воды используют аппаратуру из кварцевого стекла?
11. Что представляет собой процесс деионизации?
12. Какие две степени чистоты воды устанавливает нормативный документ ГОСТ Р 52501-2005?
13. Какие показатели контролируются в особо чистой воде согласно ГОСТ Р 52501-2005?

## **2. Выполнение домашнего задания**

Домашнее задание включает:

- 1) подготовку отчёта по лабораторной работе «Физико-химическое исследование показателей качества дистиллированной воды»;
- 2) проработку конспекта лекций, подготовку к защите лабораторной работы по контрольным вопросам;
- 3) подготовку конспекта по теме «Статистическая обработка результатов анализа» [12].

### **IV. Задания для самостоятельной работы по разделу 4. «Люминесцентный анализ»**

#### **1. Выполнение домашнего задания**

Домашнее задание включает:

- 1) проработку конспекта лекций;
- 2) подготовку конспекта по теме «Люминесцентный анализ» [1, 8].

### **V. Задания для самостоятельной работы по разделу 5. «ИК-спектрометрия»**

#### **1. Выполнение домашнего задания**

Домашнее задание включает:

- 1) проработку конспекта лекций;
- 2) подготовку конспекта по теме «ИК-спектрометрия» [1; 4-6, 8, 9].

### **VI. Задания для самостоятельной работы по разделу 6. «Масс-спектральный анализ»**

#### **1. Выполнение домашнего задания**

Домашнее задание включает:

- 1) проработку конспекта лекций;

2) подготовку конспекта по теме «Масс-спектральный анализ» [4, 8].

## **VII. Задания для самостоятельной работы по разделу 7. «Методы атомного спектрального анализа»**

### **1. Выполнение домашнего задания**

Домашнее задание включает:

- 1) проработку конспекта лекций;
- 2) подготовку конспекта по теме «Методы атомного спектрального анализа» [1].

## **VIII. Задания для самостоятельной работы по разделу 8. «Электрохимические методы»**

### **1. Выполнение домашнего задания**

Домашнее задание включает:

- 1) проработку конспекта лекций;
- 2) подготовку конспекта по теме «Электрохимические методы» [8].

## **IX. Задания для самостоятельной работы по разделу 9. «Термический метод анализа»**

### **1. Выполнение домашнего задания**

Домашнее задание включает:

- 1) проработку конспекта лекций;
- 2) подготовку конспекта по теме «Термический метод анализа» [4].

## **X. Вопросы к экзамену**

1. Методы определения физико-химических характеристик неорганических веществ.

2. Классификация методов исследования неорганических веществ. Характеристика химических методов анализа.

3. Классификация спектроскопических методов исследования. Общая характеристика методов молекулярной спектроскопии.

4. Фотометрические методы анализа. Общая характеристика. Основной закон светопоглощения.

5. Фотоколориметрический метод анализа: основы, аппаратное оформление, применение.

6. Спектрофотометрический метод анализа: основы, аппаратное оформление, применение.

7. Люминесцентный анализ: основы метода, аппаратное оформление, применение.

8. Теоретические основы метода флуоресцентной оптической спектрометрии.

9. Флуориметрия. Интенсивность люминесценции и концентрация люминофора.

10. ИК-спектрометрия: основы метода, аппаратное оформление, применение.

11. ИК-спектрометрия. Классификация оптических молекулярных спектров. Некоторые характеристики молекулярных спектров.

12. ИК-спектрометрия. Спектральные параметры полосы поглощения.

13. Масс-спектральный анализ: основы метода, аппаратное оформление, применение.

14. Классификация методов атомного спектрального анализа, общая характеристика методов.

15. Атомно-эмиссионный анализ: основы метода, аппаратное оформление, применение.

16. Атомно-эмиссионный анализ. Качественный анализ. Полуколичественный анализ. Количественный анализ.

17. Атомно-эмиссионный анализ. Визуальный спектральный анализ. Спектральный анализ с фотоэлектрической регистрацией спектра.

18. Атомно-абсорбционная спектрометрия: основы метода, аппаратное оформление, применение.

19. Атомно-абсорбционная спектрометрия. Атомизаторы. Пламенный способ атомизации. Электротермический способ атомизации.

20. Рефрактометрический метод анализа: основы, аппаратное оформление, применение.

21. Классификация электрохимических методов анализа, их общая характеристика.

22. Магнетохимия. Методы измерения магнитной восприимчивости.

23. Статистическая обработка результатов химического анализа.

24. Пробоотбор и пробоподготовка в химической промышленности.

25. Термический метод анализа: основы, аппаратное оформление, применение.