

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕ-  
ЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой  
общей и неорганической химии



Семенов В.Н.

21.06.2018 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.ОД.4. Спектральные методы анализа неорганических  
и координационных соединений**

1. Код и наименование направления подготовки: 04.04.01 Химия
  2. Профиль подготовки/специализация: Экспертная химия
  3. Квалификация (степень) выпускника: магистр
  4. Форма обучения: очно-заочная
  5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: кафедра общей и неорганиче-  
ской химии
  6. Составители программы: Семенов Виктор Николаевич, д.х.н., профессор
  7. Рекомендована: НМС химического факультета, протокол № 5 от 24.05.2018
-

8. Учебный год: 2019/2020

Семестр(ы): 3

**9. Цели и задачи учебной дисциплины:**

Основной целью изучения дисциплины является формирование у студентов знаний и представлений о современном состоянии неорганической химии и химии координационных соединений, о спектральных методах анализа их на основе исследования спектров поглощения этих соединений. Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- 1) исследование электронных спектров поглощения в водных растворах солей металлов и молекул, являющихся потенциальными лигандами;
- 2) применение колебательной спектроскопии для анализа и интерпретации неорганических и координационных соединений;
- 3) изучение структурных превращений в системе «координационное соединение – неорганическое вещество».

**10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:** блок Б1, вариативная дисциплина базовой части программы.

**11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников):**

Компетенция		Планируемые результаты обучения
Код	Название	
ОК-1	способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу	знать: - теорию химической связи; - теорию комплексообразования в растворах;
		уметь: - использовать основные понятия и законы химии координационных соединений,
		владеть: - навыками описания свойств комплексов;
ОПК-3	способность реализовать нормы техники безопасности в лабораторных и технологических условиях	знать: - основные закономерности протекания химических реакций с участием комплексов;
		уметь: - синтезировать координационные соединения;
		владеть: навыками работы с координационными соединениями

ПК-3	готовность использовать современную аппаратуру при проведении научных исследований	знать: - спектральные методы исследования
		уметь: - проводить расчеты по формулам и уравнениям реакций; - использовать спектральные методы исследования
		владеть: - навыками исследования физико-химических свойств комплексных соединений;

**12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час.(в соответствии с учебным планом) - 4 ЗЕТ / 144 час.**

**Форма промежуточной аттестации (зачет/экзамен): Экзамен**

### 13. Виды учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость			
	Всего	По семестрам		
		№ семестра	№ семестра	...
Аудиторные занятия	32	3		
в том числе:	16	3		
лекции				
практические	-	-		
лабораторные	16	3		
Самостоятельная работа	76	3		
Форма промежуточной аттестации (зачет – 0 час. / экзамен – час.)	36	3		
Итого:	144	3		

#### 13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
<b>1. Лекции</b>		
1.1	Атомно-эмиссионный анализ	Физические основы атомного спектрального анализа. Вопросы метрологии атомного спектрального анализа.
1.2	Люминесцентный анализ	Теоретические основы метода флуоресцентной оптической спектроскопии. Флуориметрия.
1.3	ИК- спектроскопия	Теоретические основы ИК- спектроскопии.
1.4	Рефрактометрические методы анализа	Рефрактометрические константы. Показатель преломления и поляризуемость вещества. Рефрактометрия.

<b>3. Лабораторные работы</b>		
3.1	Спектрофотометрия в ультрафиолетовой и видимой областях	Исследование светопоглощения в растворах. Применение спектров поглощения для изучения состава и устойчивости комплексов в растворе. Применение спектрофотометрии для изучения ступенчатого комплексообразования. Спектры поглощения координационных соединений в видимой и ультрафиолетовой областях.
3.2	ИК- спектроскопия	Качественный анализ формирования водородных связей по ИК- спектрам. Идентификация молекул H <sub>2</sub> O и гидроксогрупп в комплексах и неорганических соединениях. Применение колебательной спектроскопии для выявления донорного атома лиганда, координированного с комплексообразователем.

### 13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1.1	Атомно-эмиссионный анализ	4		-	10	14
1.2	Люминесцентный анализ	4		-	12	16
1.3	ИК- спектроскопия	4		-	20	24
1.4	Рефрактометрические методы анализа	4		-	12	16
3.1	Спектрофотометрия в ультрафиолетовой и видимой областях	-		8	12	20
3.2	ИК- спектроскопия	-		8	10	18
	Итого:	16		16	76	108

### 14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Организация изучения дисциплины предполагает:

- изучение основных и дополнительных литературных источников;
- работа с конспектами лекций;
- выполнение заданий текущей аттестации;
- текущий контроль успеваемости в форме устного опроса.

**15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины** (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Гончаров Е.Г. Общая химия / Е.Г. Гончаров, Ю.П. Афиногенов, А.М. Ховив. – Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2010. – 404с.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
2	Киселев Ю.М. Химия координационных соединений / Ю.М. Киселев, Н.А.Добрынина. – М. : ИЦ Академия, 2007. – 352 с.
3	Кукушкин Ю.Н. Химия координационных соединений / Ю.Н. Кукушкин. – М.: Высш. шк., 1985. – 455с.
4	Скопенко В.В. Координационная химия / В.В. Скопенко, А.Ю. Цивадзе, Л.И. Савранский, А.Д. Тарновский. – М. : ИКЦ Академкнига, 2007. – 487 с.
5	Костромина Н.А. Химия координационных соединений / Н.А. Костромина [и др.]. – М.: Высш.шк., 1990. – 431с.
6	Накамото К. ИК-спектры и спектры КР неорганических и координационных соединений / К. Накамото. – М.: Мир, 1991. – 355с.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)\*:

№ п/п	Ресурс
7	<a href="http://www.lib.vsu.ru">www.lib.vsu.ru</a> - ЗНБ ВГУ
8	<a href="http://www.nist.gov/srd/nist.46.htm">http://www.nist.gov/srd/nist.46.htm</a>
9	<a href="http://www.hyperquad.co.uk">http://www.hyperquad.co.uk</a>
10	<a href="http://www.acadsoft.co.uk">http://www.acadsoft.co.uk</a>
11	<a href="http://nobelprize.org/chemistry/index.htm">http://nobelprize.org/chemistry/index.htm</a>

\* Вначале указываются ЭБС, с которыми имеются договора у ВГУ, затем открытые электронно-образовательные ресурсы

**16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы (учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных) работ и др.)**

№ п/п	Источник
1	Васильева В.И. Спектральные методы анализа // В.И. Васильева, О.Ф. Стоянова, И.В. Шкутина, С.И. Карпов, В.Ф. Селеменев, В.Н. Семенов – учебное пособие – СПб.: Издательство «Лань», 2014. - 416 с.
2	

**17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости)**

**18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:**

Стандартное оборудование химической лаборатории (вытяжной шкаф, газовые горелки, мойка, сушильный шкаф, средства пожаротушения).

Химические реактивы, химическая посуда, лабораторное оборудование (весы электронные, рН -метр, штативы, асбестированные сетки, тигельные щипцы и т.д.), спектрофотометр,

ИК- спектрофотометр.

**19. Фонд оценочных средств:**

### 19.1. Перечень компетенций с указанием этапов формирования и планируемых результатов обучения

Код и содержание компетенции (или ее части)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции посредством формирования знаний, умений, навыков)	Этапы формирования компетенции (разделы (темы) дисциплины или модуля и их наименование)	ФОС* (средства оценивания)
ОК-1 способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу	знать: - теорию химической связи; - теорию комплексообразования в растворах;		
	уметь: - использовать основные понятия и законы химии координационных соединений,		
	владеть: - навыками описания свойств комплексов;	3.2. ИК- спектроскопия	
ОПК-3 способность реализовать нормы техники безопасности в лабораторных и технологических условиях	знать: - основные закономерности протекания химических реакций с участием комплексов;		
	уметь: - синтезировать координационные соединения;		
	владеть: навыками работы с координационными соединениями	3.1. Спектрофотометрия в ультрафиолетовой и видимой областях	
ПК-3 готовность использовать современную аппаратуру при проведении научных исследований	знать: - спектральные методы исследования	1.1. Атомно-эмиссионный анализ	
	уметь: - проводить расчеты по формулам и уравнениям реакций; - использовать спектральные методы исследования		
	владеть: - навыками исследования физико-химических свойств комплексных соединений;	3.1 Спектрофотометрия в ультрафиолетовой и видимой областях	
<b>Промежуточная аттестация</b>			<b>КИМ</b>

### 19.2 Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации

Для оценивания результатов обучения на зачете используются следующие показатели (ЗУНы из 19.1):

Для оценивания результатов обучения на зачете с оценкой используется 4-балльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения.

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Обучающийся в полной мере владеет теоретическими основами спектральных методов исследования, освоил подходы, используемые при исследовании свойств комплексных соединений; основные сведения и теорию методов ИК спектроскопии и спектрофотометрии. Ответ соответствует в полной мере всем перечисленным компетенциям.	<i>Повышенный уровень</i>	<i>Отлично</i>
То же, что для оценки «отлично», но студент допускает неточности в формулировках, несущественные ошибки, отвечает не на все дополнительные вопросы. <i>Ответ соответствует не полному освоению компетенций.</i>	<i>Базовый уровень</i>	<i>Хорошо</i>
Студент не знает некоторые разделы курса; допускает многочисленные ошибки, но способен их исправить. Понимает основные закономерности, но с трудом применяет их к решению практических задач. Ответ показывает недостаточное владение компетенциями.	<i>Пороговый уровень</i>	<i>Удовлетворительно</i>
Студент не приобрел никаких новых знаний, либо эти знания фрагментарны. Компетенции не освоены.	–	<i>Неудовлетворительно</i>

**19.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

#### **19.3.1 Перечень вопросов к экзамену:**

1. Координационная теория Вернера.
2. Проявление лигандом новых химических свойств в результате координации
3. Типы координационных соединений
4. Роль растворителя в координационной химии
5. Изомерия комплексных соединений
6. Твердофазное термическое разложение
7. Химическая связь в координационных соединениях. Теория валентных связей.
8. Механизмы реакций координационных соединений
9. Теория кристаллического поля
10. Реакции тиокарбамидных комплексов
11. Метод молекулярных орбиталей
12. Лиганды – молекулы воды и ион гидроксила
13. Координационные соединения с необычными координационными числами
14. Учение о скоростях и механизмах химических реакций комплексов
15. Комплексообразование в растворах. Константа нестойкости и устойчивости
16. Основные принципы синтеза координационных соединений
17. Реакции комплексных частиц
18. Факторы, определяющие величины констант устойчивости
19. Распределительные диаграммы координационных соединений

20. Теория Пирсона
21. Концепция эффективного атомного номера. Правило «18 электронов».
22. Общая характеристика равновесных систем при комплексообразовании
23. Экспериментальные методы исследования координационных соединений
24. Расчет констант устойчивости неоднородных комплексов
25. Оптические методы исследования координационных соединений
26. Реакционная способность галогенидных лигандов
27. Инфракрасная спектроскопия в химии координационных соединений
28. Нитратные и карбонатные лиганды
29. Правило циклов Чугаева
30. Типы окислительно-восстановительных превращений координационных соединений
31. Физические основы атомного спектрального анализа.
32. Вопросы метрологии атомного спектрального анализа.
33. Теоретические основы метода флуоресцентной оптической спектроскопии.
34. Флуориметрия
35. Исследование светопоглощения в растворах.
36. Применение спектров поглощения для изучения состава и устойчивости комплексов в растворе.
37. Применение спектрофотометрии для изучения ступенчатого комплексообразования.
38. Спектры поглощения координационных соединений в видимой и ультрафиолетовой областях.
39. Теоретические основы ИК- спектроскопии. применение колебательной спектроскопии для выявления донорного атома лиганда, координированного с комплексообразователем.
40. Качественный анализ формирования водородных связей по ИК- спектрам.
41. Идентификация молекул H<sub>2</sub>O и гидроксогрупп в комплексах и неорганических соединений.
42. Рефрактометрические константы.
43. Показатель преломления и поляризуемость вещества.
44. Рефрактометрия.

#### **19.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в форме: *устного опроса; письменных работ (контрольные)*). Критерии оценивания приведены выше.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний. При оценивании используются качественные шкалы оценок. Критерии оценивания приведены выше.