

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

УТВЕРЖДАЮ  
Декан  
химического факультета



В.Н. Семенов

21.05.19 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ФТД.В.03 Электронные спектры индивидуальных соединений**

1. Шифр и наименование направления подготовки/специальности:  
04.05.01- Фундаментальная и прикладная химия
2. Профиль подготовки/специализации: ”Фундаментальная и прикладная химия”
3. Квалификация (степень) выпускника: специалист
4. Форма образования: очная
5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: общей и неорганической химии
6. Составители программы: Косяков Андрей Викторович, к.х.н., доцент
7. Рекомендована: НМС химического факультета протокол № 4 от 18.04.19
8. Учебный год: 2022/2023 Семестр(-ы): 8

**9. Целью** изучения дисциплины “ Электронные спектры индивидуальных соединений ” является изучение основных положений современной теории спектров. Основные характеристики уровней энергии, симметрия атомных и молекулярных систем. Колебательные, вращательные и электронные спектры. Правила отбора и вероятности переходов.

**Задачи:**

В результате изучения данной дисциплины аспирант должен:

1. Владеть общей информацией о систематике спектров индивидуальных веществ.
2. Знать общую систематику атомных и молекулярных систем по симметрии.
3. Иметь общее представление о квантово-механическом описании электронных состояний в атомах и молекулах.
4. Знать правила отбора в спектроскопии.

**10. Место учебной дисциплины в структуре ООП: ФТД. Факультативы**

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

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ПКВ – 2	Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в области аналитической, физической, неорганической, органической и полимерной химии	ПКВ - 2.1	Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий	Знать: - методы обработки и анализа первичного экспериментального материала по синтезу и исследованию дисперсных систем с заданным набором реологических свойств; - методы исследования физико-химических процессов, протекающих на границах раздела фаз. Уметь: - планировать эксперимент на основе анализа литературных данных; - анализировать и обобщать результаты эксперимента, формулировать выводы. Владеть: - навыками использования экспериментальных и расчетно-теоретических методов исследования структурно механических свойств дисперсных систем и материалов.
		ПКВ - 2.2	Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи, исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов	

**12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час.(в соответствии с учебным планом)**  
2 / 72.

Форма промежуточной аттестации(зачет/экзамен) зачет.

### 13. Виды учебной работы:

Вид учебной работы		Трудоемкость	
		Всего	По семестрам
			8
Аудиторные занятия		36	36
в том числе:	Контактные часы	36	36
Самостоятельная работа		36	36
в том числе: курсовая работа (проект)			
Форма промежуточной аттестации (экзамен – час.)			
Итого:		72	72

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

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Виды занятий (часов)		
		Индивидуальные занятия	Самостоятельная работа	Всего
1	Основные положения спектроскопии и ее разделы. Основные квантовые законы.	2	2	4
2	Основные характеристики уровней энергии. Невырожденные и вырожденные уровни энергии.	2	2	4
3	Квантование моментов количества движения и их проекции. Сложение моментов количества движения. Магнитные моменты.	2	2	4
4	Симметрия атомных систем и их уровней энергии.	2	2	4
5	Основные понятия теории групп и важнейшие группы.	2	2	4
6	Невырожденные и вырожденные типы симметрии	2	2	4
7	Вероятности переходов и правила отбора. Время жизни возбужденных состояний. Дипольное излучение.	2	2	4
8	Естественная ширина уровней энергии и спектральных линий	2	2	4
9	Правила отбора для простейших видов симметрии	2		2
10	Мощности испускания, поглощения и заселенности уровней	2	2	4
11	Законы равновесного излучения.	2		2

	Коэффициенты поглощения. Неравновесные спектры испускания и их интенсивности			
12	Квантовые числа одноэлектронного атома и степень вырождения его уровней. Характеристика стационарных состояний одноэлектронного атома.	2	2	4
13	Правила отбора и вероятности переходов для одноэлектронного атома. Тонкая структура уровней энергии и спектральных линий		2	2
14	Электронные оболочки атомов. Квантовые числа электронов. Типы спектров различных элементов.	2		2
15	Основы общей систематики сложных спектров. Мультиплетное расщепление.		2	2
16	Явления Зеемана и Штарка. Моменты ядер и сверхтонкая структура спектров.		2	2
17	Типы молекулярных спектров. Основные положения квантовомеханической теории молекул.	2		2
18	Конфигурация молекулы и свойства симметрии. Форма и размеры молекул. Свойства симметрии равновесной конфигурации и точечные группы симметрии	2	2	4
19	Вращение молекул и вращательные спектры.		2	2
20	Колебательные спектры молекул.		2	2
21	Электронные состояния и химическая связь в молекулах.	2	2	4
22	Электронные состояния и химическая связь в многоатомных молекулах. Электронные спектры многоатомных молекул.	2	2	4
Итого:		36	36	72

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

Максимальный доступ к мировой литературе (свободный доступ к ведущим зарубежным физическим и физико-химическим источникам информации). Использование методических разработок кафедры.

**15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины**

**а) основная литература:**

№ п/п	Источник
1.	<b>Ельяшевич М. А.</b> Атомная и молекулярная спектроскопия. Общие вопросы спектроскопии / М. : 2011. – 240 с
2.	<b>Ермаков А. И.</b> Квантовая механика и квантовая химия / А.И. Ермаков .— М. : Юрайт : ИД Юрайт, 2010 .— 555 с.
3.	<b>Беккер Ю.</b> Спектроскопия / Ю. Беккер. — М: Техносфера, 2009 .— 527 с

**б) дополнительная литература:**

№ п/п	Источник
4.	<b>Ельяшевич М. А.</b> Атомная и молекулярная спектроскопия. Атомная спектроскопия / М. А. Ельяшевич. – М. : Издательство: URSS, 2007. – 415 с.
5.	<b>Ельяшевич М. А.</b> Атомная и молекулярная спектроскопия. Молекулярная спектроскопия / М. А. Ельяшевич. – М. : Издательство: URSS, 2007. – 527 с.
6.	<b>Зоммерфельд А.</b> Строение атома и спектры. Гостехиздат. 1956.
7.	<b>Банкер Ф.</b> Симметрия молекул и молекулярная спектроскопия - М.: Мир, 1981

**16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы:**

1. Васильева В.И. Спектральные методы анализа: учебно-методическое пособие / В.И. Васильева [и др.] .— Воронеж : Науч. кн., 2011 .— 212 с

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

1. <http://www.elibrary.ru> – Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 12 млн. научных статей и публикаций. На платформе eLIBRARY.RU доступны электронные версии более 1400 российских научно-технических журналов, в том числе более 500 журналов в открытом доступе.

2. <http://www.en.edu.ru/> – Естественнонаучный образовательный портал - является составной частью федерального портала "Российское образование". Содержит ресурсы и ссылки на ресурсы по естественнонаучным дисциплинам.

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

-

**19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций.**

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	
1.	Основные положения спектроскопии и ее разделы. Основные квантовые законы.	ПКВ-2	ПКВ - 2.1 ПКВ - 2.2	Домашние задания Практико-ориентированные задания
2.	Основные характеристики уровней энергии. Невырожденные и вырожденные уровни энергии.			

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции				
3	Квантование моментов количества движения и их проекции. Сложение моментов количества движения.	ПКВ-2	ПКВ - 2.1 ПКВ - 2.2	Домашние задания Практико-ориентированные задания			
5	Основные понятия теории групп и важнейшие группы.						
7	Вероятности переходов и правила отбора. Время жизни возбужденных состояний. Дипольное излучение.						
8	Естественная ширина уровней энергии и спектральных линий						
9	Правила отбора для простейших видов симметрии						
10	Мощности испускания, поглощения и заселенности уровней						
	Законы равновесного излучения. Коэффициенты поглощения. Неравновесные спектры испускания и их интенсивности						
	Квантовые числа одноэлектронного атома и степень вырождения его уровней. Характеристика стационарных состояний одноэлектронного атома.						
	Правила отбора и вероятности переходов для одноэлектронного атома. Тонкая структура уровней энергии и спектральных линий				ПКВ-2	ПКВ - 2.1 ПКВ - 2.2	Домашние задания Практико-ориентированные задания
	Электронные						

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	
	оболочки атомов. Квантовые числа электронов. Типы спектров различных элементов.			
	Основы общей систематики сложных спектров. Мультиплетное расщепление.			
	Явления Зеемана и Штарка. Моменты ядер и свехтонкая структура спектров.			
	Типы молекулярных спектров. Основные положения квантовомеханической теории молекул.			
	Конфигурация молекулы и свойства симметрии. Форма и размеры молекул. Свойства симметрии равновесной конфигурации и точечные группы симметрии			
	Вращение молекул и вращательные спектры.			
	Колебательные спектры молекул.	ПКВ-2	ПКВ - 2.1 ПКВ - 2.2	Домашние задания Практико-ориентированные задания
	Электронные состояния и химическая связь в молекулах.			
	Электронные состояния и химическая связь в многоатомных молекулах. Электронные спектры многоатомных молекул.			
Промежуточная аттестация форма контроля - зачет				Перечень вопросов КИМ

## **20 Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания**

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: устный опрос (индивидуальный опрос); выполнение письменных домашних и практико-ориентированных заданий, выполнение тестовых заданий. 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, и практическое задание, позволяющее оценить степень сформированности умений и навыков. При оценивании используются качественные шкалы оценок. Критерии оценивания приведены в п. 20.2.

### **20.1 Текущий контроль успеваемости**

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств: практико-ориентированные задания, домашние задания, тестовые задания, устный опрос. Вопросы для домашнего задания формулируются на практическом занятии. На следующем практическом занятии студенты представляют решение домашнего задания, занятие начинается с обсуждения вариантов решения. Устные опросы и тестирования проводятся на практическом занятии, о чем преподаватель заранее сообщает обучающимся.

### **20.2 Промежуточная аттестация**

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств

1. Основные квантовые законы.
2. Основные характеристики уровней энергии. Невырожденные и вырожденные уровни энергии.
3. Квантование моментов количества движения и их проекции.
4. Сложение моментов количества движения. Магнитные моменты.
5. Симметрия атомных систем и их уровней энергии.
6. Основные понятия теории групп и важнейшие группы.
7. Невырожденные и вырожденные типы симметрии.
8. Вероятности переходов и правила отбора.
9. Дипольное излучение.
10. Естественная ширина уровней энергии и спектральных линий.
11. Правила отбора для простейших видов симметрии.
12. Мощности испускания, поглощения и заселенности уровней.
13. Законы равновесного излучения. Коэффициенты поглощения.
14. Неравновесные спектры испускания и их интенсивности.
15. Квантовые числа одноэлектронного атома и степень вырождения его уровней.
16. Правила отбора и вероятности переходов для одноэлектронного атома.
17. Тонкая структура уровней энергии и спектральных линий.



18. Электронные оболочки атомов. Квантовые числа электронов. Типы спектров различных элементов.
19. Основы общей систематики сложных спектров. Мультиплетное расщепление.
20. Явления Зеемана и Штарка.
21. Моменты ядер и сверхтонкая структура спектров.
22. Типы молекулярных спектров. Основные положения квантовой механической теории молекул.
23. Конфигурация молекулы и свойства симметрии. Форма и размеры молекул.
24. Вращение молекул и вращательные спектры.
25. Колебательные спектры молекул.
26. Электронные состояния и химическая связь в молекулах.
27. Электронные состояния и химическая связь в многоатомных молекулах. Электронные спектры многоатомных молекул.

**Для оценивания результатов обучения на зачете используется – зачтено, не зачтено  
Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения**

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Владение основным материалом курса, полные и правильные ответы на зачете	Пороговый уровень	Зачтено
Отсутствие знаний по вопросу билета на зачете или неверные, значительно искаженные ответы.	–	Не зачтено