

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»  
Химический факультет

УТВЕРЖДАЮ

Декан химического факультета,  
Акад. РАН, профессор



/В.В. Лунин/

«27» февраля 2017 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Спектроскопия электронного парамагнитного резонанса свободных  
радикалов и ион-радикалов**

**Уровень высшего образования:**  
Специалитет

---

**Направление подготовки (специальность):**  
04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

**Направленность (профиль) ОПОП:**  
Химия высоких энергий

**Форма обучения:**  
очная

---

Рабочая программа рассмотрена и одобрена  
Учебно-методической комиссией факультета  
(протокол №1 от 27.01.2017)

Москва 2017

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки / специальности 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия» (программа специалитета), утвержденного приказом МГУ от 22 июля 2011 года № 729 (в редакции приказов МГУ от 22 ноября 2011 года № 1066, от 21 декабря 2011 года № 1228, от 30 декабря 2011 года № 1289, от 27 апреля 2012 года № 303, от 30 декабря 2016 года № 1671).

Год (годы) приема на обучение

2014/2015, 2015/2016, 2016/2017, 2017/2018, 2018/2019

1. Наименование дисциплины (модуля) **Спектроскопия электронного парамагнитного резонанса свободных радикалов и ион-радикалов**
2. Уровень высшего образования – **специалитет.**
3. Направление подготовки: **04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия.**
4. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП: вариативная часть ООП, блок ПД.
5. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

Компетенция	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
<b>СПК-2.С.</b> Способность использовать теоретические основы экспериментальных методов и практические навыки их использования при исследовании радиационно-химических процессов в конденсированных средах	<b>Знать:</b> основные принципы интерпретации спектров ЭПР свободных радикалов и ион-радикалов, связь между электронным и геометрическим строением радикалов и их магнитно-резонансными характеристиками <b>Уметь:</b> анализировать спектры ЭПР радикалов и ион-радикалов (в том числе – с учетом динамики) <b>Владеть:</b> навыками применения спектроскопии ЭПР для получения информации о механизме химических процессов, установления структуры, динамики и пространственного распределения радикальных и ион-радикальных интермедиатов

6. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся:

*Объем дисциплины (модуля) составляет 4 зачетных единицы, всего 144 часа, из которых 78 часа составляет контактная работа студента с преподавателем (36 часов - занятия лекционного типа, 36 часов - занятия семинарского типа, 2 часа – групповые консультации, 4 часа – промежуточный контроль успеваемости), 66 часов составляет самостоятельная работа студента.*

7. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия.

Обучающийся должен

**Знать:** основы физической химии, спектроскопии и строения молекул, общие принципы химии высоких энергий

**Уметь:** анализировать литературные данные, использовать указанные знания для решения конкретных задач

**Владеть:** приемами поиска справочной информации и навыками работы с научной литературой

8. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам.

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля),  форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе								
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них					Самостоятельная работа обучающегося, часы из них			
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Групповые консультации	Индивидуальные консультации	Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации	Всего	Выполнение домашних заданий	Подготовка рефератов и т.п.	Всего
Тема 1. Физические основы спектроскопии ЭПР	30	10	10				20	10		10
Тема 2. Сверхтонкая структура спектров ЭПР	26	8	10				18	8		8
Тема 3. Использование квантово-химических методов для интерпретации спектров ЭПР	30	10	10				20	10		10

Тема 4. Методы импульсной ЭПР спектроскопии	20	8	6				14	6		6
Промежуточная аттестация <i>экзамен</i>	38			2		4	6	32		32
<b>Итого</b>	<b>144</b>	<b>36</b>	<b>36</b>	<b>2</b>		<b>4</b>	<b>78</b>	<b>66</b>		<b>66</b>

#### 9. Образовательные технологии:

- применение компьютерных симуляторов, обработка данных на компьютерах, использование компьютерных программ, управляющих приборами;
- использование средств дистанционного сопровождения учебного процесса;
- преподавание дисциплин в форме авторских курсов по программам, составленным на основе результатов исследований научных школ МГУ.

#### 10. Учебно-методические материалы для самостоятельной работы по дисциплине (модулю):

Самостоятельная работа проводится в соответствии с заданиями, получаемыми студентами во время лекций и семинарских занятий. Самостоятельная работа студентов обеспечивается доступом к сети Интернет и базам данных.

#### 11. Ресурсное обеспечение:

- Перечень основной и вспомогательной учебной литературы ко всему курсу

##### Основная литература

1. Вертц Дж., Болтон Дж. Теория и практические приложения метода ЭПР. М.: Мир, 1975.
2. Экспериментальные методы химии высоких энергий / Под ред. М.Я. Мельникова. М.: МГУ, 2009.

##### Дополнительная литература

1. Пшежецкий С.Я., Котов А.Г., Милинчук В.К., Рогинский В.А., Тупиков В.И. ЭПР свободных радикалов в радиационной химии. М.: Химия, 1972.
2. Feldman V. Organic radical cations and neutral radicals produced by radiation in low-temperature matrices. In: EPR in solids. Trends in Methods and Applications /Eds.: A. Lund, M. Shiotani. Kluwer, Dordrecht, 2003, P. 363 – 406.
3. Зубарев В.Е. Метод спиновых ловушек. Применение в химии, биологии, медицине. М.: МГУ, 1984.

- Материально-техническое обеспечение: специальных требований нет, занятия проводятся в обычной аудитории, оснащенной доской и мелом (маркерами)

12. Язык преподавания – русский

13. Преподаватели:

Фельдман Владимир Исаевич, профессор, д.х.н.

### **Фонды оценочных средств, необходимые для оценки результатов обучения**

Образцы оценочных средств для текущего контроля усвоения материала и промежуточной аттестации - экзамена. На экзамене проверяется достижение промежуточных индикаторов компетенций, перечисленных в п.5.

#### **Вопросы к экзамену**

1. Классификация радикалов и ион-радикалов. Методы получения. Образование радикалов и ион-радикалов в радиационно-химических процессах.
2. Физические основы спектроскопии ЭПР. Эффект Зеемана.
3. Основные принципы регистрации спектров ЭПР. Особенности ЭПР-спектроскопического эксперимента. Влияние температуры.
4. Происхождение анизотропного и изотропного сверхтонкого взаимодействия. Связь констант СТВ с распределением спиновой плотности.
5. Спектры ЭПР p-электронных органических радикалов. Соотношения Мак-Коннелла, возможности и ограничения их использования. Сравнение с квантово-химическими расчетами.
6. Элементарная теория ширины линий в спектрах ЭПР.
7. Динамические эффекты в спектрах ЭПР. Происхождение и принципы анализа.
8. Использование методов матричной изоляции и низкотемпературной стабилизации для стабилизации высокореакционноспособных радикалов. Метод фреоновых матриц.
9. Метод спиновых ловушек. Возможности и ограничения.
10. Импульсная ЭПР спектроскопия (общие представления и методы реализации).
11. Метод оптически детектируемого ЭПР. Принципы и иллюстративные примеры.

### **Примеры контрольных заданий и задач для экзамена**

1. Реконструкция спектра ЭПР органического радикала с несколькими группами магнитно-эквивалентных ядер в предположении изотропного СТВ (по выбору преподавателя).
2. Определение конформации сложного радикала (или макрорадикала) из данного спектра ЭПР (по выбору преподавателя).
3. Интерпретации результатов серии радиационно-химических экспериментов с использованием ЭПР спектроскопии (один из вариантов по выбору): а) эксперименты со спиновой ловушкой при различных концентрациях; б) эксперименты во фреоновых матрицах с регистрацией спектров ЭПР при различных температурах; в) эксперименты с полимерами, облученными при различных температурах.

### **Методические материалы для проведения процедур оценивания результатов обучения**

Шкала оценивания знаний, умений и навыков является единой для всех дисциплин (приведена в таблице ниже)

<b>ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)</b>				
<b>Оценка</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>Результат</b>				
<b>Знания</b>	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
<b>Умения</b>	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности неприципиального характера)	Успешное и систематическое умение
<b>Навыки (владения)</b>	Отсутствие навыков	Наличие отдельных навыков	В целом, сформированные навыки, но не в активной форме	Сформированные навыки, применяемые при решении задач

<b>РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)</b>	<b>ФОРМА ОЦЕНИВАНИЯ</b>
Знать: основные принципы интерпретации спектров ЭПР свободных радикалов и ион-радикалов, связь между электронным и геометрическим строением радикалов и их магнитно-резонансными характеристиками	мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на экзамене
Уметь: анализировать спектры ЭПР радикалов и ион-радикалов (в том числе – с учетом динамики)	мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на экзамене
Владеть: навыками применения спектроскопии ЭПР для получения информации о механизме химических процессов, установления структуры, динамики и пространственного распределения радикальных и ион-радикальных интермедиатов	мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на экзамене