

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

УТВЕРЖДАЮ

И.о. декана химического факультета,  
Чл.-корр. РАН, профессор



/С.Н. Калмыков/

«20» мая 2019 г..

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Основы радиационной химии и методы радиационно-химических исследований**

**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 №3 от 13.05.2019)

Москва 2019

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 29 декабря 2018 года № 1770 (с изменениями по приказу № 1109 от 11.09.2019).

Год (годы) приема на обучение 2019/2020

1. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП: вариативная часть ООП, блок ПД.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников). Соответствие результатов обучения по данному элементу ОПОП результатам освоения ОПОП (в форме компетенция – индикатор - ЗУВ) указано в Общей характеристике ОПОП.

Компетенция	Индикатор достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
<p><b>ОПК-1.С.</b> Способен решать современные проблемы фундаментальной и прикладной химии, используя методологию научного подхода и систему фундаментальных химических понятий и законов</p>	<p><b>ОПК-1.С.1.</b> Воспринимает информацию химического содержания, систематизирует и анализирует ее, оценивает актуальность и степень новизны данных</p> <p><b>ОПК-1.С.2.</b> Выявляет ошибочные суждения и логические противоречия, опираясь на знание теоретических основ фундаментальных разделов химии</p>	<p><b>Уметь:</b> анализировать научную литературу с целью выбора направления и методов, применяемых в исследовании по теме выпускной квалификационной работы,</p> <p><b>Уметь:</b> самостоятельно составлять план исследования</p> <p><b>Владеть:</b> навыками поиска, критического анализа, обобщения и систематизации научной информации, постановки целей исследования и выбора оптимальных путей и методов их достижения</p>
<p><b>СПК-1.С.</b> Способен использовать физические основы радиационной химии для общей характеристики радиационно-химических процессов при действии различных видов ионизирующих излучений</p>	<p><b>СПК-1.С.1.</b> Проводит расчеты параметров радиационно-химических процессов при действии различных видов ионизирующих излучений</p>	<p><b>Знать:</b> основные понятия и определения, используемые в радиационной химии</p> <p><b>Знать:</b> физические основы механизмов взаимодействия излучения с веществом, временные характеристики различных стадий радиационно-химических процессов</p>
<p><b>СПК-2.С.</b> Способен использовать теоретические основы экспериментальных методов и практические навыки их использования</p>	<p><b>СПК-2.С.1.</b> Проводит сравнительный анализ возможностей различных экспериментальных методов исследования радиационно-химических процессов в</p>	<p><b>Знать:</b> свойства ключевых интермедиатов радиационно-химических процессов и методы их исследований</p> <p><b>Знать:</b> принципы действия источников</p>

при исследовании радиационно-химических процессов в конденсированных средах	конденсированных средах для решения поставленной задачи	излучения, используемых в радиационной химии и основы дозиметрии <b>Уметь:</b> анализировать литературные данные, осуществлять обоснованный выбор методов радиационно-химического исследования <b>Владеть:</b> методами расчета характеристик радиационно-химических процессов и сравнительно анализа возможных механизмов при различных параметрах действующего излучения
---	---	--

3. 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 зачетные единицы, всего 144 часа, из которых 78 часов 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.*

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

Обучающийся должен

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

**Уметь:** использовать указанные знания для решения конкретных задач

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

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

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля),  форма промежуточной	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 радиационной химии	30	10	10				20	6	4	10
Тема 2. Ранние стадии радиационно-химических процессов. Первичные интермедиаты	30	12	10				22	4	4	8
Тема 3. Экспериментальные методы исследования радиационно-химических процессов	24	8	8				16	4	4	8
Тема 4. Источники излучения и дозиметрия	22	6	8				14	4	4	8
Промежуточная аттестация <u>экзамен</u>	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>50</b>	<b>16</b>	<b>66</b>

## 6. 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.

## 7. 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.

## 8. Ресурсное обеспечение:

- Перечень основной и вспомогательной учебной литературы ко всему курсу

### Основная литература

1. Экспериментальные методы в химии высоких энергий / Под ред. М.Я. Мельникова. М.: изд-во МГУ, 2009.

### Дополнительная литература

1. Пикаев А.К. Дозиметрия в радиационной химии. М.: Наука, 1975.
2. Organic radical cations and neutral radicals produced by radiation in low-temperature matrices. In: EPR of Free Radicals in Solids II. Trends in Applications and Methods / Eds. A. Lund and M. Shiotani (2nd Edition), Springer, 2013, P.25—70.
3. Пикаев А.К., Кабакчи С.А., Макаров И.Е., Ершов Б.Г. Импульсный радиолиз и его применение. М.: Атомиздат, 1980.
4. Барлтроп Дж., Койл Дж. Возбужденные состояния в органической химии. М.: Мир, 1978.
5. Хенли Э., Джонсон Э. Радиационная химия. М.: Атомиздат, 1974.

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

## 9. Язык преподавания – русский

## 10. 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.2.

### **Вопросы к экзамену:**

1. Дайте определения основных величин, используемых для количественной характеристики радиационно-химических эффектов. Объясните различие между начальным и эффективным радиационно-химическим выходом.
2. Укажите основные типы пространственного распределения первичных эффектов при действии ионизирующих излучений на конденсированные среды и объясните их связь с величиной ЛПЭ излучения.
3. Перечислите основные типы реакций катион-радикалов, обоснуйте и их связь с электронной структурой катион-радикала.
4. Сформулируйте общие представления об эволюции избыточных электронов в конденсированных средах. Укажите характерные спектроскопические отклики, которые могут свидетельствовать об образовании сольватированных электронов.
5. Каковы основные типы реакций гидратированных электронов и характерные константы скорости для таких процессов?
6. Сравните возможности использования различных спектроскопических методов для исследования интермедиатов радиационно-химических процессов и укажите варианты их реализации.
7. Воспроизведите типичную схему эксперимента по импульсному радиолизу и прокомментируйте возможности и ограничения метода.
8. Перечислите основные типы источников излучений, используемых в радиационной химии. Дайте сравнительную характеристику возможностей их использования.
9. Каковы основы методов физической и химической дозиметрии? Какие основные требования предъявляются к системам для химической дозиметрии?

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

1. Во сколько раз различаются величины начальных ионизационных потерь для ускоренных электронов с энергией 150 кэВ и протонов с энергией 1,5 МэВ (релятивистскими эффектами в обоих случаях пренебречь)? Как будет выглядеть пространственное распределение событий ионизации для этих двух ситуаций? Предложите радиационно-химический эксперимент, в котором можно явно обнаружить различие, обусловленное эффектом ЛПЭ.

2. Образцы воды (1) и четыреххлористого углерода (2) облучают (а) рентгеновским излучением с энергией 25 кэВ; (б) ускоренными электронами с энергией 1 МэВ. В обоих случаях параметры пучков и геометрия облучения одинаковы. Каково будет соотношение поглощенных доз для образцов (1) и (2) в том и другом случае? Что изменится при увеличении энергии рентгеновского излучения до 100 кэВ?

3. Принимая, что энергия сольватации электрона близка к оптической глубине ловушки, оцените, во сколько раз различаются «термодинамические» радиусы гидратированного электрона и сольватированного электрона в тетрагидрофуране. Насколько корректна такая оценка? Каковы возможные причины отклонений?

4. Определите онзагеровский радиус для рекомбинации ионов с электронами в жидких тетрагидрофуране, этаноле при 295 К и твердом ксеноне при 50 К, зная, что для воды эта величина составляет 0.7 нм при 295 К. Коэффициент преломления ксенона принять равным 1.49, остальные данные взять из таблиц.

5. На основе данных о магнитно-резонансных параметрах катион-радикала предложить наиболее вероятные механизмы его реакций и вариант экспериментальной верификации.

### 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>				
Оценка \ Результат	2	3	4	5
Знания	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
Умения	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности не принципиального характера)	Успешное и систематическое умение
Навыки (владения)	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>
<p>Знать: физические основы механизмов взаимодействия излучения с веществом, временные характеристики различных стадий радиационно-химических процессов</p> <p>Знать: свойства ключевых интермедиатов радиационно-химических процессов и методы их исследований</p> <p>Знать: принципы действия источников излучения, используемых в радиационной химии и основы дозиметрии</p> <p>Знать: основные понятия и определения, используемые в радиационной химии</p>	<p>мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на экзамене</p>
<p>Уметь: анализировать научную литературу с целью выбора направления и методов, применяемых в исследовании по теме выпускной квалификационной работы,</p> <p>Уметь: самостоятельно составлять план исследования</p> <p>Уметь: анализировать литературные данные, осуществлять обоснованный выбор методов радиационно-химического исследования</p>	<p>мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на экзамене</p>
<p>Владеть: навыками поиска, критического анализа, обобщения и систематизации научной информации, постановки целей исследования и выбора оптимальных путей и методов их достижения</p> <p>Владеть: методами расчета характеристик радиационно-химических процессов и сравнительно анализа возможных механизмов при различных параметрах действующего излучения</p>	<p>мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на экзамене</p>