

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)

Спецпрактикум «Химия высоких энергий»

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) **Спецпрактикум «Химия высоких энергий»**

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.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

| Компетенция | Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю) |
|--|--|
| ОПК-3.С. Способность использовать методы регистрации и обработки результатов экспериментов, в том числе, полученных на современном научном оборудовании | Уметь: проводить математическую обработку физико-химических данных, обобщать полученные результаты |
| СПК-1.С. Способность использовать физические основы радиационной химии для общей характеристики радиационно-химических процессов при действии различных видов ионизирующих излучений | Знать: основные понятия и определения, используемые в радиационной химии Знать: физические основы механизмов взаимодействия излучения с веществом, временные характеристики различных стадий радиационно-химических процессов |
| СПК-2.С. Способность использовать теоретические основы экспериментальных методов и практические навыки их использования при исследовании радиационно-химических процессов в конденсированных средах | Знать: свойства ключевых интермедиатов радиационно-химических процессов и методы их исследований Знать: принципы действия источников излучения, используемых в радиационной химии и основы дозиметрии Знать: основные принципы интерпретации спектров ЭПР свободных радикалов и ион-радикалов, связь между электронным и геометрическим строением радикалов и их магнитно-резонансными характеристиками Уметь: анализировать спектры ЭПР радикалов и ион-радикалов (в том числе – с учетом динамики) Уметь: Интерпретировать результаты спектроскопических исследований с применением различных подходов стабилизации интермедиатов |

| | |
|---|---|
| | Владеть: методами расчета характеристик радиационно-химических процессов и сравнительно анализа возможных механизмов при различных параметрах действующего излучения |
| СПК-3.С. Способность оценивать вероятные направления радиационно-химических превращений из имеющихся экспериментальных и теоретических данных о структуре и свойствах ионизированных и возбужденных молекул с учетом закономерностей влияния молекулярной структуры на механизм радиационно-химических процессов | Знать: основные механизмы радиационно-химических превращений ключевых модельных соединений (вода, углеводороды, спирты, алкилгалогениды) |
| СПК-4.С. Способность формировать и модифицировать наноструктуры и наноматериалы с учетом основных принципов радиационно-химических процессов | Знать: Основные механизмы формирования наночастиц и других типов наноструктур под действием ионизирующих излучений |
| СПК-5.С. Способность оценивать перспективы практического использования различных радиационно-химических процессов на основе знания основ радиационно-химических технологий | Знать: основные механизмы радиационно-химических превращений макромолекул и связь радиационно-химических процессов с изменениями свойств полимерных систем при облучении |

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 8 зачетных единиц, всего 288 часов, из которых 210 часов составляет контактная работа студента с преподавателем (192 часа – лабораторные занятия, 14 часов – индивидуальные консультации, 4 часа – промежуточный контроль успеваемости), 78 часов составляет самостоятельная работа студента.

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

Знать: основные понятия и определения, используемые в радиационной химии, физические основы механизмов взаимодействия излучения с веществом, временные характеристики различных стадий радиационно-химических процессов, принципы действия источников излучения, используемых в радиационной химии и основы дозиметрии

Уметь: анализировать литературные данные, осуществлять обоснованный выбор методов радиационно-химического исследования

Владеть: методами расчета характеристик радиационно-химических процессов и сравнительного анализа возможных механизмов при различных параметрах действующего излучения

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 радиационной химии Определение эффективной энергии рентгеновского | 38 | | 24 | | 2 | | 26 | 12 | | 12 |

| | | | | | | | | | | |
|---|----|--|----|--|---|--|----|----|--|----|
| излучения | | | | | | | | | | |
| Тема 2. Источники излучения и дозиметрия Ферросульфатная дозиметрия рентгеновского излучения в различной геометрии | 72 | | 54 | | 2 | | 56 | 16 | | 16 |
| Тема 3. Экспериментальные методы исследования радиационно-химических процессов 1. Основы ЭПР спектроскопии 2. Определение характеристик стабилизированных электронов в облученных молекулярных стеклах методами ЭПР и оптической спектроскопии | 44 | | 30 | | 2 | | 32 | 12 | | 12 |
| Тема 4. Радиационная химия углеводов Определение характеристик катион-радикалов во фреоновых матрицах методами ЭПР и оптической спектроскопии | 38 | | 24 | | 2 | | 26 | 12 | | 12 |
| Тема 5. Радиационная химия функциональных органических соединений Исследование радиационно-химических процессов в условиях матричной изоляции методом ИК-спектроскопии | 28 | | 18 | | 2 | | 20 | 8 | | 8 |

| | | | | | | | | | | |
|---|------------|--|------------|--|-----------|----------|------------|-----------|--|-----------|
| Тема 6. Радиационно-химические превращения в важнейших классах полимеров. Радиационная химия линейного полиэтилена. Определение продуктов радиолиза и радиационно-химического окисления полиэтилена методом ИК-спектроскопии | 36 | | 24 | | 2 | | 26 | 10 | | 10 |
| Тема 7. Радиационно-химическое формирование и модифицирование наноструктур и наноматериалов. Радиационно-химический синтез наночастиц путем восстановления ионов металлов в интерполиэлектролитных комплексах | 28 | | 18 | | 2 | | 20 | 8 | | 8 |
| Промежуточная аттестация <u>зачет</u> | 4 | | | | | 4 | 4 | | | |
| Итого | 288 | | 192 | | 14 | 4 | 210 | 78 | | 78 |

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 предполагает использование рекомендованных литературных источников и Интернет-ресурсов, а также справочной литературы, программного обеспечения и баз данных

11. 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.
2. Фельдман В.И. Основы практической ЭПР спектроскопии. Методическая разработка. ЛХВЭ, Химический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, 2010.
3. Вертц Дж., Болтон Дж. Теория и практические приложения метода ЭПР. М.: Мир, 1975.
4. Радиационная химия макромолекул / Под ред. М. Доула: Пер. с англ./ Под ред. Финкеля Э.Э. М.: Атомиздат, 1978.

Дополнительная литература

1. Практикум по радиационной химии / Под ред. В.В. Сараевой/М.: Изд-во МГУ, 1982.
2. Керрингтон А., Мак-Лечлан Э. Магнитный резонанс и его применение в химии. М.: Мир, 1970.
3. Харт Э., Анбар М. Гидратированный электрон. М.: Атомиздат, 1973.
4. Крейдок С., Хинчклиф А. Матричная изоляция. М.: Мир, 1978.
5. Ершов Б.Г. Наночастицы металлов в водных растворах: электронные, оптические и каталитические свойства // Рос. хим. ж. (Ж. Рос. хим. об-ва им. Д.И. Менделеева), 2001. Т. XLV. № 3. С.20-30.
6. Zezin A.A., Feldman V.I., Abramchuk S.S., Danelyan G.V., Dyo V.V., Plamper F.A., Muller A.H.E., Pergushov D.V. Efficient size control of copper nanoparticles generated in irradiated aqueous solutions of star-shaped polyelectrolyte containers // Phys.Chem.Chem.Phys. 2015. V.17. P.11490-11498.

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

12. Язык преподавания – русский

13. Преподаватели:

1. Баранова Ирина Александровна, н.с., к.х.н.;
2. Зезина Елена Анатольевна, н.с., к.х.н.;
3. Саночкина Елизавета Владимировна, с.н.с., к.х.н.;
4. Рязанцев Сергей Викторович, с.н.с., к.х.н.;

5. Тюрин Даниил Александрович, в.н.с., к.х.н.;
6. Ширяева Екатерина Сергеевна, н.с., к.х.н.

Фонды оценочных средств, необходимые для оценки результатов обучения

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

Примеры типовых вопросов для защиты задач практикума

Темы 1, 2.

1. Постройте зависимость величины I от R . Какой функцией она может быть аппроксимирована? В чем состоит ее физический смысл?
2. Как определить величину дозы, поглощенной образцом полиэтилена, если он помещен в такую же ампулу, что и дозиметрический раствор на таком же расстоянии от выходного окна рентгеновской трубки? Проведите такую оценку для $R = 1$ см.
3. Как изменится результат, если образец на том же расстоянии от окна помещен во внешний сосуд, например, в тонкостенный кварцевый сосуд Дьюара? Проведите такой же эксперимент с облучением ампулы с дозиметрическим раствором диаметром 4 – 5 мм в сосуде Дьюара (для измерений раствор придется разбавить в несколько раз). Можно ли в эксперименте при комнатной температуре имитировать влияние жидкого азота в сосуде Дьюара на дозиметрию? Какую жидкость для этого следует использовать?

Темы 3, 4.

1. Почему скорость записи спектров влияет на наблюдаемую интенсивность сигнала при неизменном коэффициенте усиления?
2. Как и почему изменится начальное значение магнитного поля при записи сигнала того же образца без сосуда Дьюара?
3. Предложить значения H_m , которые следует использовать для проведения различных типов измерений (определение количества парамагнитных частиц, достижения максимальной чувствительности).
4. Объяснить получившиеся зависимости для СВЧ-мощности.
5. Какие характеристики стабилизированных электронов в исследуемых системах определяют наблюдаемые параметры оптических спектров и спектров ЭПР? В чем заключается физический смысл зависимости интенсивности сигнала ЭПР стабилизированного электрона от мощности СВЧ?
6. Объясните вид кривой накопления стабилизированных электронов.

7. Прокомментируйте полученные в практикуме значения коэффициентов экстинкции стабилизированных электронов. Каким электронным переходам их можно приписать?
8. В чем состоит возможный механизм «фотоотбеливания» стабилизированных электронов? Чем определяется положение «красной границы» эффекта?
9. Интерпретировать спектр ЭПР катион-радикала (из задачи практикума).
10. Предложить схему превращений молекулы (из задачи практикума) под действием рентгеновского излучения.

Тема 5.

1. Предложить схему радиационно-химических превращений молекулы (из задачи практикума) в условиях матричной изоляции.
2. Оценить радиационно-химический выход расщепления молекулы (из задачи практикума).

Тема 6.

1. Охарактеризуйте основные полосы поглощения в исходном (необлученном) полимере. Какие полосы появляются при облучении? Почему именно эти колебания активны в ИК-спектре продуктов радиолитического разложения?
2. Напишите схему радиационно-химических превращений и пострadiационных изменений, приводящих к образованию наблюдаемых функциональных групп.
3. Какие карбонильные соединения образуются при окислении полиэтилена? Объясните характер их накопления в зависимости от дозы облучения и времени выдерживания образца после облучения.
4. Оцените радиационно-химический выход ТВ-связей, предположив, что молярный коэффициент поглощения в максимуме полосы, отвечающим внеплоскостным деформационным колебаниям при двойной связи равен $170 \text{ л}/(\text{моль}\cdot\text{см})$.

Тема 7.

1. Назовите основные восстанавливающие продукты радиолитического разложения водно-органических смесей, приведите их радиационно-химические выходы и механизм образования.
2. Перечислите стадии формирования наночастиц в облученных растворах и суспензиях полимеров, обсудите их особенности.
3. Какое влияние мощность дозы оказывает на размеры образующихся наночастиц?
4. Какие продукты радиолитического разложения обеспечивают процессы зародышеобразования и (или) роста наночастиц?

Методические материалы для проведения процедур оценивания результатов обучения

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

| ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю) | | | | |
|---|--------------------|--|---|--|
| 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 непринципиального 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 |

| РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю) | ФОРМА ОЦЕНИВАНИЯ |
|--|---|
| <p>Знать: основные понятия и определения, используемые в радиационной химии</p> <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 принципы интерпретации спектров ЭПР свободных радикалов и ион-радикалов, связь между электронным и геометрическим строением радикалов и их магнитно-резонансными характеристиками</p> <p>Знать: основные механизмы радиационно-химических превращений ключевых модельных соединений (вода, углеводороды, спирты, алкилгалогениды)</p> | <p>мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на зачете</p> |

| | |
|---|---|
| <p>Знать: Основные механизмы формирования наночастиц и других типов наноструктур под действием ионизирующих излучений</p> <p>Знать: основные механизмы радиационно-химических превращений макромолекул и связь радиационно-химических процессов с изменениями свойств полимерных систем при облучении</p> | |
| <p>Уметь: проводить математическую обработку физико-химических данных, обобщать полученные результаты</p> <p>Уметь: анализировать спектры ЭПР радикалов и ион-радикалов (в том числе – с учетом динамики)</p> <p>Уметь: Интерпретировать результаты спектроскопических исследований с применением различных подходов стабилизации интермедиатов</p> | <p>мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на зачете</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 зачете</p> |