

Программа утверждена на заседании  
Ученого Совета химического факультета  
МГУ имени М.В.Ломоносова  
Протокол № 4 от 29 мая 2014 г

### Рабочая программа дисциплины

1. Наименование дисциплины **Химия высокоэнергетических процессов**
2. Уровень высшего образования – подготовка научно-педагогических кадров в аспирантуре.
3. Направление подготовки 04.06.01 Химические науки. Направленность программы **Химия высоких энергий**
4. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП  
Вариативная часть ООП, обязательная дисциплина, которую учащийся должен освоить для сдачи экзамена кандидатского минимума (3, 4 семестры 2 год обучения).
5. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

<b>Формируемые компетенции (код компетенции)</b>	<b>Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)</b>
<i>УК-1</i> способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	<i>В1 (УК-1)</i> <b>Владеть</b> навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях
<i>УК-2</i> способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки	<i>З1 (УК-2)</i> <b>Знать</b> методы научно-исследовательской деятельности

<p><i>ОПК-1</i> способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий</p>	<p><i>У1 (ОПК-1) Уметь</i> выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования</p>
<p><i>ПК-9</i> способность к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (научной специальности) 02.00.09 Химия высоких энергий</p>	<p><i>34 (ПК-9) Знать:</i> Основные количественные способы описания процессов химии высоких энергий и соотношения между ними  <i>35 (ПК-9) Знать:</i> Важнейшие представления о механизмах и кинетике элементарных процессов химии высоких энергий</p>

Оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине приведены в Приложении.

6. Объем дисциплины (модуля) 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 5 зачетных единиц, всего 180 часов, из которых 80 часов составляет контактная работа аспиранта с преподавателем (36 часов занятия лекционного типа, 14 часов занятия семинарского типа, 12 часов групповые консультации, 14 часов - мероприятия текущего контроля успеваемости, 4 часа мероприятия промежуточной аттестации), 100 часов составляет самостоятельная работа аспиранта.*

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

Специализированное образование в области физической химии или химической физики, владение английским языком

8. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и виды учебных занятий

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	В том числе								
	Всего (часы)	Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы				Самостоятельная работа обучающегося, часы			
		из них				из них			
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Групповые консультации	Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости коллоквиумы, практические контрольные занятия и др)*	Всего	Выполнение домашних заданий	Подготовка рефератов и т.п	Всего
<b>Раздел 1. Основы химии высокоэнергетических процессов</b>	<b>76</b>	<b>22</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>44</b>	<b>32</b>		<b>32</b>
1.1 Общая характеристика химии высоких энергий	18	6	2		2	10	8		8
1.2 Механизмы элементарных процессов в химии высоких энергий	22	8	2	2	2	14	8		8
1.3 Экспериментальные методы исследований в химии высоких энергий	18	4	2	2	2	10	8		8
1.4 Принципы радиационной химии и фотохимии молекулярных систем	18	4	2	2	2	10	8		8
<b>Раздел 2. Практиче-</b>	<b>56</b>	<b>14</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>32</b>	<b>24</b>		<b>24</b>

<b>ские аспекты химии высоких энергий</b>									
2.1 Источники излучения для научных исследований и технологий	18	4	2	2	2	10	8		8
2.2 Принципы технологий, основанных на использовании высоко-энергетических процессов	20	6	2	2	2	12	8		8
2.3 Высокоэнергетические химические процессы в природе и технике	18	4	2	2	2	10	8		8
<b>Промежуточная аттестация</b> экзамен кандидатского минимума	<b>48</b>					<b>4</b>			<b>44</b>
<b>Итого:</b>	<b>180</b>	<b>36</b>	<b>14</b>	<b>12-</b>	<b>14</b>	<b>80</b>	<b>56</b>		<b>100</b>

9. Образовательные технологии (отметить если применяется электронное обучение и дистанционные технологии).

Используются следующие технологии: традиционные лекции с использованием мультимедийных презентаций; лекции проблемного характера. Преподавание дисциплины проводится в форме авторского курса по программе, составленной на основе результатов исследований, проведенных зарубежными, советскими и российскими учеными, в том числе, принадлежащими к школе МГУ.

10. Учебно-методические материалы для самостоятельной работы аспирантов.

Методические указания к самостоятельной работе расположены на сайте <http://www.kc.chem.msu.ru/>.

11. Ресурсное обеспечение:

- Перечень основной и дополнительной учебной литературы

## Основная литература

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

## Дополнительная литература

1. Бугаенко Л.Т., Кузьмин М.Г., Полак Л.С. Химия высоких энергий. М.: Химия, 1988
2. Хенли Э, Джонсон Э. Радиационная химия. М.: Атомиздат, 1974
3. Оригинальные статьи и обзоры по различным аспектам химии высоких энергий.

- Перечень используемых информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса, включая программное обеспечение, информационные справочные системы (при необходимости):

## Интернет-ресурсы

1. Учебные материалы (презентации лекций, также методические указания к самостоятельной работе расположены на сайте <http://www.rc.chem.msu.ru/>.
2. Электронная библиотека РФФИ <http://elibrary.ru/defaultx.asp>
3. Доступ к коллекциям книг и журналов издательства "Elsevier". <http://www.sciencedirect.com/>
4. Доступ к коллекциям книг и журналов издательства "Springer". <http://www.springerlink.com>
5. Доступ к коллекциям журналов издательства "American Chemical Society (ACS)". <http://www.pubs.acs.org>
6. Доступ к коллекциям журналов издательства "The Royal Society of Chemistry". <http://pubs.rsc.org/>
7. Доступ к реферативным базам данных <http://www.scopus.com> и <http://www.isiknowledge.com>

- Описание материально-технической базы.

Лаборатория Химии высоких энергий кафедры электрохимии имеет материально-техническую базу, обеспечивающую проведение всех предусмотренных учебной программой аспирантов видов теоретической и практической подготовки. Специальные аудитории на кафедре имеют:

мультимедиа-проектор с экраном, персональные компьютеры (в том числе ноутбуки), оснащенные всеми необходимыми программами, базами данных и выходом в интернет, оргтехнику (принтеры и сканеры), учебные материалы на электронных носителях.

Презентации лекций, а также вспомогательный материал для самостоятельной работы доступен аспирантам на сайте <http://www.rc.chem.msu.ru/>

12. Язык преподавания - русский

13. Преподаватель:

Д.х.н., профессор Фельдман Владимир Исаевич, лаборатория химии высоких энергий химического факультета МГУ, [feldman@rc.chem.msu.ru](mailto:feldman@rc.chem.msu.ru), 48-70

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

1. Планируемые результаты обучения для формирования компетенций п.5 и соответствующие им критерии оценивания приведены в Приложении 1.
2. Образцы оценочных средств для текущего контроля усвоения материала (приводятся контрольные работы, вопросы к коллоквиумам и пр.) и промежуточной (вопросы к экзамену или зачету).

Вопросы для подготовки к зачету формируются из ключевых вопросов программы экзамена кандидатского минимума, дополненных ПКЗ для проверки степень усвоения материала:

1. Природа и свойства возбужденных состояний и активных интермедиатов
2. Взаимодействие излучений и частиц высоких энергий с веществом. Основные понятия единицы
3. Особенности кинетики реакций в химии высоких энергий
4. Методы химии высоких энергий, источники излучений
5. Основы фотохимии и лазерной химии
6. Основы радиационной химии
7. Основы плазмохимии

#### **Примеры задач (ПКЗ):**

1. Представить энергетические и кинетические характеристики предложенных процессов химии высоких энергий в молекулярной и лабораторной шкале.
2. Определить начальный (истинный) радиационно-химический выход из предложенной экспериментальной кривой накопления продукта.
3. Сопоставить энергетическую эффективность фотохимической и радиационно-химической изомеризации при известных величинах квантового выхода и радиационно-химического выхода.
4. Написать вероятные пути превращений катион-радикалов и электронов для предложенного простого соединения.

5. Предложить и обосновать оптимальный метод исследования интермедиатов радиационно-химического или фотохимического процесса (конкретный процесс предлагается преподавателем).
6. Оценить характерные времена перехода от физико-химической к химической стадии радиационно-химических процессов для предложенного ряда конденсированных сред с различной вязкостью.
7. Предложить и обосновать оптимальный метод модифицирования материала для придания ему требуемых свойств (радиационно-химический, фотохимический или плазмохимический).
8. Сопоставить возможности и ограничения традиционных технологий очистки воды и технологий, основанных на применении процессов химии высоких энергий в случае конкретных загрязнений (состав предлагается преподавателем).
9. Оценить радиационную обстановку в окрестностях Марса (окрестностях Луны, околоземном пространстве) с точки зрения возможных радиационно-химических эффектов.
10. Провести анализ влияния вязкости среды на временную шкалу высокоэнергетических химических процессов с учетом возможности пост-эффектов.
11. Определить начальные (истинные) и эффективные энергетического выхода радиационно-химических и фотохимических процессов из кинетических кривых накопления продуктов и расходования исходных веществ.
12. Сравнить возможности и ограничения традиционных технологий очистки (а) воды (б) дымовых газов с соответствующими технологиями, основанными на применении процессов химии высоких энергий.

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

Зачет проводится по билетам. Уровень знаний соискателя ученой степени оценивается на «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Общая оценка «зачтено» выставляется, если более 90 % ответов на вопросы удовлетворяло критерию «3,4 или 5».

**Оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине Химия высокоэнергетических процессов  
на основе карт компетенций выпускников**

РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)	КРИТЕРИИ и ПОКАЗАТЕЛИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю) <i>(критерии и показатели берутся из соответствующих карт компетенций, при этом используются либо традиционной системой оценивания, либо БРС)</i>					ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА (*)
	1	2	3	4	5	
<i><b>В1 (УК-1) Владеть</b></i> навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение навыков анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач	В целом успешное, но не систематическое применение навыков анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач	Успешное и систематическое применение навыков анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	Написание научной статьи
<i><b>З1 (УК-2) Знать</b></i> методы научно-исследовательской деятельности	Отсутствие знаний	Фрагментарные представления о методах научно-исследовательской деятельности	Неполные представления о методах научно-исследовательской деятельности	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления о методах научно-исследовательской деятельности	Сформированные систематические представления о методах научно-исследовательской деятельности	Индивидуальное собеседование (экзамен кандидатского минимума)
<i><b>У1 (ОПК-1) Уметь</b></i> выбирать и приме-	Отсутствие уме-	Фрагментарное использование	В целом успешное, но не системати-	В целом успешное, но содержащее	Сформированное умение выбирать и	Письменное решение задач



<p>нять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования</p>	<p>ний</p>	<p>умения выбирать и использовать экспериментальные и расчетно-теоретические методы для решения научной задачи</p>	<p>ческое использование умения выбирать и использовать экспериментальные и расчетно-теоретические методы для решения научной задачи</p>	<p>отдельные проблемы использование умения выбирать и использовать экспериментальные и расчетно-теоретические методы для решения научной задачи</p>	<p>использовать экспериментальные и расчетно-теоретические методы для решения научной задачи</p>	
<p><b>34 (ПК-9) Знать</b> основные количественные способы описания процессов химии высоких энергий и соотношения между ними</p>	<p>Отсутствие знаний</p>	<p>Отрывочные знания о некоторых способах и соотношениях, недостаточное понимание физического смысла некоторых из них</p>	<p>Знание общего вида и смысла способов описания процессов при отсутствии способности их применять для конкретных расчетов и оценок</p>	<p>Систематические представления об изученных в курсах подходах, но неспособность в ряде случаев их применить.</p>	<p>Цельная система представлений об изученных в курсе подходах и способность использовать их для количественных оценок и расчетов</p>	<p>Индивидуальное собеседование (экзамен кандидата минимума)</p>
<p><b>35 (ПК-9) Знать</b> важнейшие представления о механизмах и кинетике элементарных процессов химии высоких энергий</p>	<p>Отсутствие знаний</p>	<p>Отрывочные представления о механизмах и кинетике, непонимание интерпретации некоторых явлений и процессов</p>	<p>Наличие общих представлений при неспособности применять их к анализу конкретных ситуаций</p>	<p>Систематические представления о механизмах и кинетике процессов химии высоких энергий при неспособности прогнозировать влияние различных факторов на их протекание</p>	<p>Цельная система представлений, способность применять их к различным реальным ситуациям</p>	<p>Индивидуальное собеседование (экзамен кандидата минимума)</p>

