

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Томский государственный педагогический университет»  
(ТГПУ)



Утверждаю

декан факультета/ директор института

« 5 » 09 20 14 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

М.2.В.03.ХИМИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

Трудоёмкость (в зачетных единицах) – 5

Направление подготовки: 020100.68 Химия

Магистерская программа: Физическая химия

Степень (квалификация) выпускника: магистр

1. **Цель изучения дисциплины (модуля):** первичное знакомство магистрантов с основами и общими закономерностями химических процессов, протекающих в термодинамически неравновесных условиях при взаимодействии различных видов излучений с веществом, а также в неравновесной плазме.

**Задачи:**

- дать общее представление о механизмах взаимодействия излучений с веществом;
- показать особенности физико-химических процессов, протекающих в веществе при воздействии на него электромагнитного и ионизирующего излучений;
- дать представление о современном состоянии и путях развития химии высоких энергий.

2. **Место учебной дисциплины (модуля) в структуре основной образовательной программы.**

Химия высоких энергий (ХВЭ) относится к дисциплинам вариативной части профессионального цикла Основной образовательной программы. Она изучается на 1 курсе магистратуры, для ее освоения используются знания, умения и виды деятельности, сформированные в процессе освоения дисциплин предшествующей вузовской подготовки. Для овладения знаниями по дисциплине студенты должны иметь базовые знания по физике, особенно по таким разделам как радиоактивность, ядерная физика, электромагнитное излучение, а также по строению вещества, термодинамике, механизмам и кинетике химических реакций. В свою очередь, ХВЭ является основой для изучения дисциплины «Космохимия».

3. **Требования к уровню освоения дисциплины.**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование и развитие общекультурных компетенций (ОК-2, ОК-4, ОК-5, ОК-6,) профессиональных компетенций (ПК-2, ПК-4, ПК-5, ПК-7, ПК-9).

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен:**

**знать:**

- элементарные физико-химические процессы при взаимодействии различных видов излучений с веществом;
- природу активных химических частиц, инициирующих химические процессы при воздействии излучений химическую систему;
- единицы измерения качественных и количественных характеристик различных видов излучений и химических эффектов, вызванных действием излучений на химическую систему;
- основные закономерности взаимодействия ионизирующих излучений с веществом;
- методы безопасной работы с источниками излучений;

**уметь:**

- выполнять расчет поглощенных доз и радиационно-химических выходов

**владеть:**

- основными понятиями и терминами ХВЭ;
- методами актинометрии и дозиметрии излучений.

4. **Общая трудоемкость дисциплины (модуля) \_\_5\_\_ зачетных единиц и виды учебной работы.**

Вид учебной работы	Трудоемкость: зачет. единицы, часы (в соответствии с учеб. планом)	Распределение по семестрам, часы (в соответствии с учебным планом)
	Всего:5 зачет. единиц – 180 часов	1
Аудиторные занятия	72	72
Лекции	36	36
Практические занятия	36	36
Семинары	-	-
Лабораторные работы	-	-
Другие виды аудиторных работ (интернет)	18	18
Другие виды работ	27	-
Самостоятельная работа	81	81
Курсовой проект (работа)	-	-
Реферат	-	-
Расчётно-графические работы	-	-
Формы текущего контроля	-	Семинары, контрольные работы, тестирование -
Формы промежуточной аттестации в соответствии с учебным планом	-	экзамен

## 5. Содержание учебной дисциплины (модуля).

### 5.1. Разделы учебной дисциплины (модуля).

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (темы)	Виды учебной работы (час) (в соответствии с учебным планом)			
		Лек-ции	Практические (семинары)	Лабораторные работы	Самостоятельная работа
1.	<b>Введение.</b> Критерии выделения «химии высоких энергий»	2	2		4
2.	<b>Раздел 1. Фотохимия.</b> 1.1 Природа и свойства электронно-возбужденных состояний	4			10
3.	1.2 Основные типы фотохимических реакций	4	4		10
4.	1.3 Техника фотохимического эксперимента	2	2		4
5.	1.4. Фотохимические процессы	2	2		4
6.	<b>Раздел 2. Радиационная химия.</b>	4	4		10

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (темы)	Виды учебной работы (час) (в соответствии с учебным планом)			
		Лек-ции	Практические (семинары)	Лабораторные работы	Самостоятельная работа
	2.1. Взаимодействие ионизирующих излучений с веществом				
7	2.2. Химические последствия действия ионизирующих излучений на вещество	4	4		8
8	2.3. Дозиметрия ионизирующих излучений	2	2		4
9.	2.4. Радиоллиз воды и водных растворов Элементы 1-й группы	4	4		10
10.	2.5. Радиационно-химические процессы в полимерах	4	4		9
11	<b>Раздел 3. Основы плазмохимии.</b> 3.1. Плазмохимические процессы	4	4		8

## 5.2. Содержание разделов дисциплины:

5.2.1.. *Критерии выделения «химии высоких энергий».* Энергетическая шкала в химии. Термическая химия и химия высоких энергий (термодинамические аспекты). Разделы химии высоких энергий.

5.2.2. *Природа и свойства электронно-возбужденных состояний.* Взаимодействие света с веществом. Единицы энергии. Квантовый выход. Законы фотохимии. Диаграмма Яблонского. Принцип Франка-Кондона. Излучательные и истинные времена жизни. Интенсивности электронных переходов. Сила осциллятора. Момент перехода. Правила отбора. Безызлучательные переходы: колебательная релаксация, внутренняя и интеркомбинационная конверсия. Спин-орбитальное взаимодействие. Закон энергетического интервала. Процессы переноса энергии: излучательный, индуктивный и обменный механизмы. Константы скорости переноса. Фотосенсибилизированные процессы. Физические свойства возбужденных состояний.

5.2.3 *Основные типы фотохимических реакций.* Фотодиссоциация. Фотоперенос электрона. Фотоперенос протона. Фотоизомеризация. Фотоприсоединение. Фотовосстановление. Фотоокисление. Фотозамещение. Цепные и двухквантовые реакции. Кинетика фотохимических реакций.

5.2.4. *Техника фотохимического эксперимента.* Источники света. Способы монохроматизации света. Измерение интенсивности света. Импульсные методы исследования. ЭПР спектроскопия триплетных молекул. Актинометрия и измерение квантовых выходов фотохимических реакций.

5.2.5. *Фотохимические процессы.* Фотохимический синтез. Фотополимеризация и светостабилизация полимеров. Фотография и фотолитография.

5.2.6. *Взаимодействие ионизирующих излучений с веществом.* Виды ионизирующих излучений. Основные понятия радиационной химии. Термины и определения. Поглощенная энергия и радиационно-химический выход. Единицы измерения Аппаратурные

и изотопные источники ионизирующих излучений. Взаимодействие рентгеновского и гамма-излучений с веществом. Фотоэффект. Эффект Комптона. Образование пар и фото-ядерные реакции. Поглощение энергии и массовые коэффициенты поглощения. Взаимодействие заряженных частиц (электроны, протоны, тяжелые ионы) и нейтронов с веществом. Ионизация и возбуждение. Потери энергии на тормозное излучение. Пробег частиц. Профиль поглощенной дозы. Сравнение треков различных заряженных частиц. Линейная передача энергии Сопоставление закономерностей распределения поглощенной дозы для излучений разных видов и разных значений ЛПЭ. Треки, блобы, шпоры.

*5.2.7. Химические последствия действия ионизирующих излучений на вещество.* Представления о трех стадиях радиационно-химических процессов. Временная шкала процессов физической, физико-химической и химической стадий. Первичные продукты взаимодействия. Электроны и материнские положительные ионы. Стабилизация и реакции электронов. Образование и реакции электронно-возбужденных состояний в радиационной химии. Вторичные радикальные и ионно-молекулярные реакции. Пострадиационные процессы. Стабильные продукты радиолиза. Радиационно-химический выход. Начальный, первичный и наблюдаемый радиационно-химический выход. Пространственное распределение продуктов радиолиза. Влияние вида излучения, ЛПЭ, мощности дозы, температуры.

*5.2.8. Дозиметрия ионизирующих излучений.* Общие требования к дозиметрии. Особенности дозиметрии излучения разных типов. Физические и химические методы дозиметрии. Ионизационный, калориметрический, активационный и сцинтилляционный методы. Особенности химических методов дозиметрии. Жидкостные дозиметры. Дозиметр Фрике. Дозиметры на основе газообразных систем. Дозиметры на основе полимерных материалов. Прозрачные и окрашенные дозиметрические пленки. Твердотельные дозиметры. Определение радиационно-химического выхода.

*5.2.9. Радиолиз воды и водных растворов.* Первичные стадии радиолиза воды. Реакции в шпорах и треках. Первичные активные частицы и их свойства. Гидратированный электрон. Ион гидроксония  $\text{H}_3\text{O}^+$ . Радикалы  $\text{H}$  и  $\text{OH}$ . Пространственное распределение первичных частиц. ЛПЭ и радиационно-химический выход первичных продуктов. Реакции активных частиц. Уравнение материального баланса. Влияние условий облучения на выходы продуктов радиолиза. Прямые и обратные реакции при радиолизе воды. Радиолиз воды в замкнутых и открытых системах. Влияние pH, температуры. Влияние добавок на радиолиз воды. Чистая вода. Вода в присутствии продуктов ее радиолитического разложения. Радиолиз водных растворов. Разбавленные растворы неорганических соединений.

*5.2.10. Радиационно-химические процессы в полимерах.* Особенности поглощения энергии ионизирующего излучения в полимерах. Миграция и локализация заряда и возбуждения. Первичные продукты радиолиза. Роль структурной и химической неоднородности и молекулярной подвижности. Радиационная чувствительность полимеров: макромолекулярный эффект. Макрорадикалы и их свойства. Реакции макрорадикалов. Сшивание и деструкция. Газовыделение. Изменение ненасыщенности. Радиационно-химические выходы продуктов радиолиза. Влияние ЛПЭ, вида ионизирующего излучения, мощности дозы, температуры. Радиационное и пострадиационное окисление полимеров. Обратимые и необратимые эффекты. Радиационная стойкость полимеров. Радиационное модифицирование полимеров. Изменение эксплуатационных свойств.

*5.2.11. Плазмохимические процессы.* Понятие о плазме. Вращательное, колебательное и электронное возбуждение молекул. Диссоциация электронно-возбужденных молекул. Диссоциативное прилипание электронов к молекулам. Диссоциативная рекомбинация молекулярных ионов с электронами. Термодинамика плазмохимических систем. Плазмохимические реакции в турбулентных потоках. Роль многочастичных взаимодействий в плазме и внешних полях. Диагностика низкотемпературной плазмы. Плазмохимическая технология.

### 5.3. Практические работы:

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практических работ
1	5.2.1	Критерии выделения «химии высоких энергий»
2	5.2.2	Природа и свойства электронно-возбужденных состояний
3	5.2.3	Основные типы фотохимических реакций
4	5.2.4	Техника фотохимического эксперимента
5	5.2.5	Фотохимические процессы
6	5.2.6	Взаимодействие ионизирующих излучений с веществом
7	5.2.7	Химические последствия действия ионизирующих излучений на вещество
8	5.2.8	Дозиметрия ионизирующих излучений
9	5.2.9	Радиолиз воды и водных растворов
10	5.2.10	Радиационно-химические процессы в полимерах
11	5.2.11	Плазмохимические процессы

### 6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.

#### 6.1. Основная литература по дисциплине:

1. Г.О. Беккер Введение в фотохимию органических соединений / Под ред. Г.О. Беккера, А.В. Ельцова. — Л. : Химия, 1976. — 380 с.
2. Мельников М.Я. Экспериментальные методы химической кинетики. Фотохимия / М.Я. Мельников, В.Л. Иванов. — М. : Изд-во Моск. Ун-та, 2004. — 125 с.
3. Бугаенко Л. Т.. Химия высоких энергий / Л. Т. Бугаенко, М. Г. Кузьмин, Л. С. Полак. — М. : Химия, 1988. — 365 с.
4. Экспериментальные методы химии высоких энергий : учебное пособие / под ред. М. Я. Мельникова. — М. : Изд-во МГУ, 2009. — 824 с

#### 6.2. Дополнительная литература:

1. Калверт Дж. Фотохимия : пер. с англ. / Дж. Калверт, Дж. Питтс ; Под ред. Р. Ф. Васильева. — М. : Мир, 1968. — 671 с
2. Турро Н. Дж. Молекулярная фотохимия : пер. с англ. / Н. Дж. Турро ; Под ред. Р. Ф. Васильева. — М. : Мир, 1967. — 328 с.
3. Багдасарьян Х.С. Двухквантовая фотохимия / Х. С. Багдасарьян. — М. : Наука, 1976. — 128 с.
4. Пикаев А.К. Современная радиационная химия. Основные положения. Экспериментальная техника и методы / А.К. Пикаев; Академия наук СССР. Институт физической химии; Под ред. В. И. Спицына. — М. : Наука, 1985. — 375 с.
5. Пикаев А.К. Современная радиационная химия. Радиолиз газов и жидкостей / А.К. Пикаев ; Отв. ред. В. И. Спицын; АН СССР, Ин-т физ. химии. — М. : Наука, 1986. — 440 с.
6. Пикаев А. К. Современная радиационная химия. Твердое тело и полимеры. Прикладные аспекты / А. К. Пикаев ; Отв. ред. В. И. Спицын; АН СССР, Ин-т физ. химии. — М. : Наука, 1987. — 448 с.
7. Своллоу, А. Радиационная химия : пер. с англ. / А. Своллоу ; Под ред. И. В. Верещинского. — М. : Атомиздат, 1976. — 278 с.
8. Полак Л.С. Теоретическая и прикладная плазмохимия / Л. С. Полак, А. А. Овсянников, Д. И. Словецкий, Ф. Б. Вурзель ; Институт нефтехимического синтеза им. А. В. Топчиева. — М. : Наука, 1975. — 304 с.

#### 6.3. Средства обеспечения освоения дисциплины:

Контролирующая программа по ХВЭ (электронный вариант).

- <http://top.msu.ru> - каталог научно-образовательных программ МГУ. Программы. Лекции,
- <http://www.rushim.ru> – электронные учебники,
- <http://www.chem.msu.su/> - портал химического образования России. Российский химический журнал,
- <http://www.chem.km.ru/> - мир химии,
- <http://rushim.ru/books/books.htm> - электронная библиотека по химии,

#### 6.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля).

Специализированная аудитория; компьютерный класс, имеющий выход на интернет.

### 7. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины:

#### 7.1. Методические рекомендации преподавателю:

Магистранты изучают ХВЭ в первом семестре. Теоретические знания, полученные из курса лекций, закрепляются на практических занятиях.. Промежуточные срезы знаний проводятся после раздела дисциплины. Промежуточный срез знаний проводится посредством устной сдачи коллоквиумов, вопросы к которым сообщаются заранее; письменно (контрольные работы) и (или) тестированием. Тестирование проводится в компьютерном классе с использованием специальной программы. В течение всего курса обучения студенты выполняют индивидуальные задания, разработанные на кафедре по темам курса. Изучение курса заканчивается итоговым экзаменом.

#### 7.2. Методические указания для магистрантов:

Курс ХВЭ изучается в течение 1 семестра..Перед началом семестра магистрант должен ознакомиться с разделами изучаемой дисциплины и их содержанием, получить перечень вопросов, выносимых на самостоятельную работу и на экзамен. Магистрант должен быть знаком с требованиями к уровню освоения дисциплины, формами текущего, промежуточного и итогового контроля. После изучения каждого раздела дисциплины магистрант должен сдать индивидуальное задание, пройти тестирование.

### 8. Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

#### 8.1. Тематика рефератов (докладов, эссе):

1. Термическая химия и химия высоких энергий. Разделы химии высоких энергий.
2. . Взаимодействие света с веществом Диаграмма Яблонского.
3. .Физические свойства возбужденных состояний.
4. Основные типы фотохимических реакций.
5. Актинометрия и измерение квантовых выходов фотохимических реакций.
6. Фотополимеризация и светостабилизация полимеров
7. Аппаратурные и изотопные источники ионизирующих излучений.
8. Взаимодействие рентгеновского и гамма-излучений с веществом.
9. Взаимодействие заряженных частиц (электроны, протоны, тяжелые ионы) и нейтронов с веществом. Треки, бобы, шпоры.
10. Три стадии радиационно-химических процессов.
11. Временная шкала процессов физической, физико-химической и химической стадий.
12. Образование и реакции электронно-возбужденных состояний в радиационной химии.
13. Вторичные радикальные и ион-молекулярные реакции.
14. Пострадиационные процессы. Стабильные продукты радиолиза.

15. Физические и химические методы дозиметрии. Дозиметр Фрике.
16. Определение радиационно-химического выхода.
17. Стадии радиолиза воды. Реакции в шпорах и треках
18. Прямые и обратные реакции при радиолизе воды. Радиолиз воды в замкнутых и открытых системах.
19. Влияние добавок на радиолиз воды. Радиолиз водных растворов..
20. Особенности поглощения энергии ионизирующего излучения в полимерах. Роль структурной и химической неоднородности и молекулярной подвижности.
21. Радиационная чувствительность полимеров: макромолекулярный эффект. Сшивание и деструкция.
22. Радиационная стойкость полимеров. Радиационное модифицирование полимеров.
23. Плазмохимические процессы.

### **8.2. Вопросы и задания для самостоятельной работы, в том числе групповой самостоятельной работы обучающихся:**

Студентам предлагается самостоятельно изучить с использованием имеющейся литературы и конспекта лекций следующие разделы курса:

1. Критерии выделения «химии высоких энергий
2. Природа и свойства электронно-возбужденных состояний
3. Основные типы фотохимических реакций.
4. Техника фотохимического эксперимента
5. Фотохимические процессы
6. Взаимодействие ионизирующих излучений с веществом
7. Химические последствия действия ионизирующих излучений на вещество
8. Дозиметрия ионизирующих излучений
9. Радиолиз воды и водных растворов
10. Плазмохимические процессы
11. Радиационно-химические процессы в полимерах

:

### **8.3. Вопросы для самопроверки, диалогов, обсуждений, дискуссий, экспертиз:**

1. Причины выделения ХВЭ в отдельный раздел химической науки
2. Термическая химия и химия высоких энергий. Разделы химии высоких энергий.
3. Взаимодействие света с веществом Диаграмма Яблонского. 4. Физические свойства возбужденных состояний.
4. Основные типы фотохимических реакций.
5. Актинометрия и измерение квантовых выходов фотохимических реакций.
7. Аппаратурные и изотопные источники ионизирующих излучений.
8. Взаимодействие рентгеновского и гамма-излучений с веществом.
9. Взаимодействие заряженных частиц (электроны, протоны, тяжелые ионы) и нейтронов с веществом. Треки, бобы, шпоры.
10. Три стадии радиационно-химических процессов.
11. Временная шкала процессов физической, физико-химической и химической стадий радиолиза.
12. Образование и реакции электронно-возбужденных состояний в радиационной химии.
13. Вторичные радикальные и ион-молекулярные реакции.
14. Пострадиационные процессы. Стабильные продукты радиолиза.
15. Физические и химические методы дозиметрии. Дозиметр Фрике.
16. Определение радиационно-химического выхода.
17. Стадии радиолиза воды. Реакции в шпорах и треках
18. Прямые и обратные реакции при радиолизе воды. Радиолиз воды в замкнутых и открытых системах.



19. Влияние добавок на радиоллиз воды. Радиоллиз водных растворов..
20. Особенности поглощения энергии ионизирующего излучения в полимерах. Роль структурной и химической неоднородности и молекулярной подвижности.
21. Радиационная чувствительность полимеров: макромолекулярный эффект. Сшивание и деструкция.
22. Радиационная стойкость полимеров. Радиационное модифицирование полимеров.
23. Плазмохимические процессы.

#### **8.4. Примеры тестов:**

1. Число прореагировавших молекул, приходящихся на один квант поглощенного света, представляет собой:

1. Коэффициент полезного действия химического преобразователя.
2. Молекулярный выход фотохимической реакции.
3. Коэффициент поглощения квантов света веществом.
4. Квантовый выход фотохимической реакции.
5. Квантовая эффективность света.

2. Единица поглощенной дозы в системе СИ:

1. Зиверт. 2. Бэр. 3. Грей. 4. Эрг/г.

3. Бета-излучение, - это:

1. Электромагнитное ионизирующее излучение.
2. Ионизирующее излучение, состоящее из тяжелых ядер.
3. Электронное и позитронное излучение.
4. Ионизирующее излучение, состоящее из ядер гелия.

4. Альфа-излучение, - это:

1. Электромагнитное ионизирующее излучение.
2. Ионизирующее излучение, состоящее из протонов.
3. Позитронное ионизирующее излучение.
4. Ионизирующее излучение, состоящее из ядер гелия

5. Рассчитайте энергию кванта света (Дж) актиничного излучения с длиной волны 180 нм, вызывающего фоторазложение цианина в коллоидной пленке:

$$5,6 \cdot 10^{-19}; 3,5 \cdot 10^{-19}; 44; 180; 1,10 \cdot 10^{-18}; 7,84 \cdot 10^{-19}; 6,63 \cdot 10^{-34}.$$

#### **5. Перечень вопросов для промежуточной аттестации (к экзамену, зачету):**

1. Движущие силы химических процессов в ХВЭ и классической химии.
2. Термическая химия и химия высоких энергий (термодинамические аспекты). Разделы химии высоких энергий.
3. Взаимодействие света с веществом. Единицы энергии. Квантовый выход
4. Законы фотохимии. Диаграмма Яблонского. Принцип Франка-Кондона.
5. Излучательные и истинные времена жизни. Интенсивности электронных переходов. Сила осциллятора. Момент перехода. Правила отбора.
6. Безызлучательные переходы: колебательная релаксация, внутренняя и интеркомбинационная конверсия.
7. Спин-орбитальное взаимодействие. Закон энергетического интервала. Процессы переноса энергии: излучательный, индуктивный и обменный механизмы
8. Фотосенсибилизированные процессы. Физические свойства возбужденных состояний.
9. Основные типы фотохимических реакций.
10. Цепные и двухквантовые реакции.
11. Источники света. Способы монохроматизации света. Измерение интенсивности света.
12. Импульсные методы исследования. ЭПР спектроскопия триплетных молекул.

13. Актинометрия и измерение квантовых выходов фотохимических реакций.
14. Фотополимеризация и светостабилизация полимеров.
15. Виды ионизирующих излучений.
16. Аппаратурные и изотопные источники ионизирующих излучений.
17. Основные понятия радиационной химии. Поглощенная энергия и радиационно-химический выход. Единицы измерения
18. Взаимодействие рентгеновского и гамма-излучений с веществом. Фотоэффект. Эффект Комптона.
19. Взаимодействие заряженных частиц (электроны, протоны, тяжелые ионы) и нейтронов с веществом Треки, глобы, шпоры. Сравнение треков различных заряженных частиц.
20. Представления о трех стадиях радиационно-химических процессов. Временная шкала процессов.
21. Первичные продукты взаимодействия. Электроны и материнские положительные ионы.
22. Вторичные радикальные и ион-молекулярные реакции.
23. Пострадиационные процессы. Стабильные продукты радиолиза. Радиационно-химический выход..
24. Физические и химические методы дозиметрии. Особенности химических методов дозиметрии.
25. Жидкостные дозиметры. Дозиметр Фрике.
26. Определение радиационно-химического выхода.
27. Первичные стадии радиолиза воды. Реакции в шпорах и треках
28. Первичные активные частицы и их свойства. Гидратированный электрон. Ион гидросония  $H_3O^+$ . Радикалы H и OH.
29. Прямые и обратные реакции при радиолизе воды.
30. Радиолиз воды в замкнутых и открытых системах. Влияние pH, температуры. Влияние добавок на радиолиз воды
31. Вода в присутствии продуктов ее радиолитического разложения
32. Радиолиз водных растворов. Разбавленные растворы неорганических соединений.
33. Особенности поглощения энергии ионизирующего излучения в полимерах. Миграция и локализация заряда и возбуждения.
34. Первичные продукты радиолиза полимеров. Роль структурной и химической неоднородности и молекулярной подвижности.
35. Радиационная чувствительность полимеров: макромолекулярный эффект. Макрорадикалы и их свойства. Реакции макрорадикалов.
36. Сшивание и деструкция при радиолизе полимеров. Изменение ненасыщенности. Радиационно-химические выходы продуктов радиолиза.
37. Радиационное и пострадиационное окисление полимеров.. Обратимые и необратимые эффекты
38. Радиационная стойкость полимеров. Радиационное модифицирование полимеров.
39. Плазмохимические процессы.

**8.6. Темы для написания курсовой работы (представляются на выбор обучающегося, если предусмотрено рабочим планом)**

Курсовая работа не предусмотрена рабочим планом.

**8.7. Формы контроля самостоятельной работы:** Формами контроля самостоятельной работы студентов являются, участие в работе семинаров, выполнение индивидуальных заданий, промежуточное тестирование, подготовка и выступление с докладами.

Рабочая программа учебной дисциплины составлена в соответствии с учебным планом, федеральным государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования по направлению подготовки:

020100.68 Химия. Магистерская программа: Физическая химия  
(указывается код и наименование направления подготовки)

Рабочая программа учебной дисциплины (модуля) составлена:  
д.х.н., профессор кафедры неорганической химии Л.Зем Ерёмин Л.П.

Рабочая программа учебной дисциплины (модуля) утверждена на заседании кафедры неорганической химии  
протокол № 1 от 30.08 2011 года.

Зав. кафедрой СВ - Ковалева С.В..  
(подпись)

Рабочая программа учебной дисциплины (модуля) одобрена методической комиссией биолого-химического факультета  
протокол № 7 от 2.09. 2011 года.

Председатель методической комиссии Е.П. Князева Е.П.  
(подпись)