

Белорусский государственный университет

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе
и образовательным инновациям

О.И. Чуприс

(подпись)

10.10.2018

(дата утверждения)

Регистрационный № УД-4630/уч.

РАДИАЦИОННАЯ ХИМИЯ ПОЛИМЕРОВ

**Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине
для специальности**

1-31 05 03 Химия высоких энергий

2018 г.

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта ОСВО 1-31 05 03-2013 от 30.08.2013 г. № 87 и учебного плана № G 31-146/уч от 30.05.2013 г. по специальности 1-31 05 03 Химия высоких энергий

-

СОСТАВИТЕЛЬ:

Л.П. Круль, заведующий кафедрой высокомолекулярных соединений Белорусского государственного университета, доктор химических наук, профессор

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой высокомолекулярных соединений Белорусского государственного университета
(протокол № 4 от 25.10. 2017 г.);

Научно-методическим советом Белорусского государственного университета
(протокол № 2 от 15.11.2017 г.).

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная программа по учебной дисциплине «Радиационная химия полимеров» разработана в соответствии с требованиями образовательного стандарта высшего образования первой ступени для специальности 1-31 05 03 «Химия высоких энергий». Учебная дисциплина относится к компоненту учреждения высшего образования.

Цели и задачи учебной дисциплины

Цель изучения учебной дисциплины «Радиационная химия полимеров» – приобретение студентами фундаментальных *знаний* о процессах, протекающих при воздействии ионизирующих излучений на мономеры и полимеры, *навыков* профессиональной деятельности по использованию ионизирующего излучения в синтезе и модифицировании полимеров.

Задачи учебной дисциплины «Радиационная химия полимеров»:

- сформировать знания о процессах радиационной полимеризации, радиационной модификации полимерных материалов и радиационной стойкости высокомолекулярных соединений;
- сформировать навыки по радиационно-химическому синтезу высокомолекулярных соединений и радиационному модифицированию полимерных материалов.

Место учебной дисциплины и связи с другими учебными дисциплинами

Дисциплина «Радиационная химия полимеров» необходима для подготовки специалистов квалификации «Химик. Радиационный химик. Радиохимик». Она базируется на знаниях, полученных студентами при изучении учебных дисциплин «Высокомолекулярные соединения», «Органическая химия», «Радиационная химия».

Требования к освоению учебной дисциплины «Радиационная химия полимеров»

В результате изучения дисциплины обучаемый должен
знать:

- физико-химические закономерности процессов гомо-, со- и прививочной полимеризации, инициированных ионизирующим излучением и протекающих по цепному механизму;
- механизмы процессов, протекающих при действии ионизирующих излучений на макромолекулы различного химического строения и определяющих их радиационную стойкость, а также основные направления радиационного модифицирования полимеров;
- области практического использования методов радиационной полимеризации и модификации полимерных материалов.

уметь:

- рассчитывать радиационно-химический выход процессов полимеризации, деструкции и сшивания макромолекул;
- определять основные характеристики радиационно-модифицированных полимеров.

владеть:

- навыками работы с оригинальной литературой в области радиационной химии полимеров;
- современными методами обработки результатов измерений.

В результате изучения учебной дисциплины студент должен закрепить и развить следующие академические (АК) и профессиональные (ПК) компетенции, предусмотренные образовательным стандартом высшего образования первой ступени:

- АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.
- АК-2. Владеть системным и сравнительным анализом.
- АК-4. Уметь работать самостоятельно.
- ПК-1. Использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, анализировать перспективы и направления развития отдельных областей химической науки.
- ПК-3. Формулировать цели и задачи научно-исследовательской деятельности, осуществлять ее планирование, принимать участие в подготовке отчетов и публикаций.
- ПК-5. Формулировать и решать задачи, возникающие в ходе производственно-технологической деятельности.
- ПК-6. На основе анализа показателей режимов, параметров схемы и технического состояния оборудования выявлять причины не оптимальности технологических процессов и разрабатывать пути их устранения.

- ПК-9. Работать с научной, технической и патентной литературой, электронными базами данных.
- ПК-16. Вести переговоры, устанавливать контакты с другими заинтересованными участниками.
- ПК-17. Готовить доклады, материалы к презентациям и представлять на них.
- ПК-18. Владеть информацией о производствах, основанных на использовании радиационно-химических технологий при синтезе и модифицировании полимеров в Республике Беларусь, странах ближнего и дальнего зарубежья, и использовать ее в производственной деятельности.

Учебная дисциплина «Радиационная химия полимеров» предусматривает **очную** форму получения высшего образования и преподается в течение **8-го семестра**. Программа рассчитана на **144 часа**, в том числе **76 аудиторных часов: 28 лекционных часов, 12 часов семинарских занятий и 30 часов лабораторных занятий**, а также **6 часов управляемой самостоятельной работы (УСР)**.

Формы текущей аттестации по учебной дисциплине «Радиационная химия полимеров» – зачет и экзамен.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Введение

Предмет, задачи и проблемы современной радиационной химии полимеров. Значение радиационной химии полимеров в народном хозяйстве Республики Беларусь.

Раздел 1. Развитие радиационной химии полимеров от начала XX века до наших дней

Тема 1.1. Исторический очерк развития исследований в области радиационной химии полимеров

Ранний этап работ в области радиационной химии полимеров (исследования Н.А. Орлова по воздействию ионизирующего излучения на парафиновый воск в начале XX века). Работы начала 20-х – конца 30-х гг. XX века) по радиационной полимеризации и радиационному сшиванию каучука. Создание ядерного оружия в США и СССР в период 2-ой мировой войны и активизация исследований в области радиационной химии полимеров. Работы А. Чарлзби, М. Доула, М. Роуза по радиационному сшиванию полиэтилена. Работы Ф. Дэйтона, М. Мага, А. Шапиро по радиационной полимеризации. Исследования советских ученых по радиационной химии полимеров в 1940 – 1960 гг. и в 1960 – 1980 гг. (В.А. Каргин, В.Л. Карпов, Б.Л. Цетлин, А.Д. Абкин, В.И. Гольданский, И.М. Баркалов, В.Я. Кабанов). Современный этап исследований в радиационной химии и технологии.

Тема 1.2. Становление и развитие работ по радиационной химии полимеров в Беларуси

Создание и развитие Института ядерной энергетики в Академии наук БССР и кафедры радиационной химии в Белорусском государственном университете. Основные направления научных исследований и важнейшие достижения белорусских ученых в области радиационной химии полимеров.

Раздел 2. Объекты радиационного воздействия и источники ионизирующих излучений в радиационной химии полимеров

Тема 2.1. Мономеры, олигомеры и полимеры как объекты воздействия ионизирующих излучений

Мономеры, олигомеры и полимеры. Радиационная полимеризация и радиационно-химическое модифицирование полимерных материалов и растворов полимеров. Радиационная деструкция и радиационное сшивание макромолекул.

Тема 2.2. Изотопные источники ионизирующих излучений в радиационной химии полимеров

Виды ионизирующего излучения, используемые в процессах радиационной полимеризации и радиационно-химического модифицирования полимеров (γ -излучение, электронное излучение, смешанное нейтронное и γ -излучение). Изотопные источники и радиационные контуры.

Тема 2.3. Ускорители электронов и особенности их применения при облучении мономерно-полимерных систем

Разновидности ускорителей электронов. Достоинства и недостатки ускорителей электронов как источников ионизирующего излучения в процессах радиационной полимеризации и радиационного модифицирования полимеров. Пути минимизации перегрева облучаемого полимерного образца и неравномерности распределения поглощенной дозы по его толщине.

Раздел 3. Радиационное модифицирование полимеров

Тема 3.1. Химические и физико-химические превращения макромолекул при воздействии ионизирующего излучения

Воздействие ионизирующих излучений на полимеры. Первичные и вторичные радиационно-химические процессы.

Обратимые радиационные эффекты в полимерах (наведенная электрическая проводимость, возрастание скорости ползучести в поле излучения) как следствие присутствия в облученном полимере первичных продуктов взаимодействия излучения с веществом.

Необратимые радиационные эффекты в полимерных системах как следствие химических превращений после облучения. Примеры необратимых эффектов в макромолекулах, в мономерах и в полимерных материалах. Радиационно-химические выходы.

Термические эффекты при радиационной обработке полимеров.

Тема 3.2. Радиационное модифицирование полимеров

Основные направления радиационного модифицирования полимеров (сшивание и деструкция).

Формирование трехмерной структуры макромолекул как способ модифицирования полимерных материалов. Изменение физико-химических свойств полимерных материалов при сшивании. Методы определения физико-химических свойств сшитых полимерных материалов и параметров их трехмерной структуры.

Сшивание полимеров в твердом агрегатном состоянии. Примеры использования реакций сшивания макромолекул для модифицирования свойств полимерных материалов (вулканизация каучуков, сшивание полиолефинов, отверждение лакокрасочных покрытий). Промышленные

радиационно-химические процессы, базирующиеся на сшивании полимеров в твердом агрегатном состоянии (модифицирование полиэтиленовой и поливинилхлоридной изоляции кабелей и проводов, изготовление упрочненных и термоусаживающихся пленок, трубок и фасонных изделий, получение пенополиэтилена, вулканизация полисилоксановых каучуков с целью изготовления на их основе термостойких самослипающихся электроизоляционных материалов, производство теплостойких полиэтиленовых труб, обработка заготовок элементов автомобильных шин).

Радиационное сшивание полимеров в растворах. Особенности радиационного сшивания макромолекул в водных растворах. Радиационное сшивание полиэлектролитов. Получение полиэлектролитных гидрогелей.

Радиационная деструкция макромолекул и деполимеризация. Радиационная деструкция полиметилметакрилата, политетрафторэтилена, полиизобутилена, декстрана, целлюлозы.

Промышленные радиационно-химические процессы, базирующиеся на реакциях деструкции макромолекул (получение порошкообразного политетрафторэтилена воска из политетрафторэтилена, регенерация отработанных изделий на основе бутилкаучука, переработка природного растительного сырья на основе целлюлозы).

Радиационная деструкция при получении кровезаменителей. Радиационная стерилизация полимерных материалов медицинского назначения. Радиационная обработка пищевых продуктов.

Раздел 4. Радиационная стойкость полимеров

Тема 4.1. Радиационная стойкость

Радиационная стойкость полимерных материалов как способность противостоять воздействию ионизирующих излучений. Современные области техники, в которых применение полимерных материалов лимитируется их устойчивостью к действию интенсивных полей ионизирующих излучений (АЭС, космическая техника, радиационно-химические технологии с использованием изотопных источников и электронных ускорителей).

Количественные характеристики радиационной стойкости. Зависимость радиационной стойкости от химического строения макромолекул.

Радиационная защита полимеров. Антирады. Защита типа «губки» и типа «жертвы».

Раздел 5. Радиационная полимеризация

Тема 5.1. Особенности радиационной полимеризации

Достоинства и недостатки радиационной полимеризации. Основные методы исследования кинетики радиационной полимеризации.

Промышленные процессы, основанные на реакциях радиационной полимеризации (радиационное отверждение полимерных покрытий,

радиационно-химическое производство древесно-пластмассовых и бетонно-полимерных материалов, изготовление оптических изделий).

Тема 5.2. Радиационная радикальная полимеризация

Особенности инициирования радиационной радикальной полимеризации. Расчет радиационно-химических выходов процесса полимеризации. Влияние различных факторов (поглощенной дозы, мощности поглощенной дозы излучения, температуры, давления, растворителя) на процесс радиационной полимеризации. Гель-эффект. Пост-эффект. Особенности радиационной эмульсионной полимеризации.

Тема 5.3. Радиационная ионная и радиационная твердофазная полимеризация

Условия осуществления радиационной полимеризации по ионному механизму. Признаки ионного механизма при радиационной полимеризации.

Особенности радиационной твердофазной полимеризации. Влияние температуры на процесс радиационной твердофазной полимеризации. Пост-эффект в радиационной твердофазной полимеризации. Получение стереорегулярных полимеров. Полимеризация в стеклообразном состоянии.

Тема 5.4. Радиационная прививочная полимеризация

Радиационная сополимеризация. Радиационная прививочная сополимеризация. Методы проведения прививочной полимеризации. Особенности структуры и свойств радиационно-привитых полимерных материалов.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					УСР Количество часов	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Развитие радиационной химии полимеров от начала XX века до наших дней							
1.1	Исторический очерк развития исследований в области радиационной химии полимеров	2	-	-	-	-	-	-
1.2	Становление и развитие работ по радиационной химии полимеров в Беларуси	2	-	-	-	-	-	О
2	Объекты радиационного воздействия и источники ионизирующих излучений в радиационной химии полимеров							
2.1	Мономеры, олигомеры и полимеры как объекты радиационного воздействия	2	-	-	-	-	-	-
2.2	Изотопные источники ионизирующих излучений в	2	-	-	-	-	-	-

	радиационной химии полимеров							
2.3	Ускорители электронов и особенности их применения в мономерно-полимерных системах	2	-	2	-	-	2	О
1	2	3	4	5	6	7	8	9
3	Радиационное модифицирование полимеров							
3.1	Химические и физико-химические превращения макромолекул при воздействии ионизирующего излучения	2	-	-	-	-	-	-
3.2	Радиационное сшивание полимеров в твердом агрегатном состоянии	2	-	2	12	-	-	О, ОЛР
3.3	Радиационное сшивание полимеров в растворах	2	-	2	6	-	-	О, ОЛР
3.4	Радиационная деструкция полимеров	2	-	2	6	-	2	О, ОЛР
4	Радиационная стойкость полимеров	2	-	-	-	-	-	-
5	Радиационная полимеризация							
5.1	Особенности радиационной полимеризации	2	-	-	-	-	-	-
5.2	Радиационная радикальная полимеризация	2	-	2	-	-	2	-
5.3	Радиационная ионная и радиационная твердофазная полимеризация	2	-	-	-	-	-	-
5.4	Радиационная прививочная полимеризация	2	-	2	6		-	О, ОЛР
	Итого	28	-	12	30	-	6	

Сокращения:

О – опрос, ОЛР – отчет по лабораторной работе

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Основная литература

1. Иванов, В.С. Радиационная химия полимеров / В.С. Иванов. Л.: Химия, 1988. 320 с.
2. Кабанов, В.Я. Радиационная химия полимеров. / В.Я. Кабанов, В.И. Фельдман, Б.Г. Ершов, А.П. Поликарпов, Д.П. Кирюхин, П.Ю. Апель // Химия высоких энергий. 2009. Т. 43, № 1. С. 5–21.
3. Пикаев, А.К. Современная радиационная химия. Твердое тело и полимеры. Прикладные аспекты / А.К. Пикаев. М.: Наука, 1987. 448 с.

Дополнительная литература

1. Брагинский, Р.П. Стабилизация радиационно-модифицированных полиолефинов / Р.П. Брагинский, Э.Э. Финкель, С.С. Лещенко. М.: Химия, 1973. 200 с.
2. Калязин, Е.П. Возможности прямого использования реакторных излучений в тяжелом органическом синтезе / Е.П. Калязин // Вестник Ассоциации делового сотрудничества «Радтех–Евразия». 1994. №1(8). С. 102–108.
3. Князев, В.Н. Облученный полиэтилен в технике. / В.Н. Князев, Н.А. Сидорова. М.: Химия, 1974. 376 с.
4. Круль, Л.П. Гетерогенная структура и свойства привитых полимерных материалов. / Л.П. Круль. Мн.: Университетское, 1986. 238 с.
5. Круль, Л.П. Успехи в синтезе привитых материалов методами радиационной прививочной полимеризации / Л.П. Круль, А.П. Поликарпов // Успехи химии. 1990. Т. 59. Вып. 5. С. 807–826.
6. Махлис, Ф.А. Радиационная физика и химия полимеров. / Ф.А. Махлис. М.: Атомиздат, 1972. 328 с.
7. Пикаев, А.К. Современная радиационная химия. Основные положения. Экспериментальная техника и методы / А.К. Пикаев. М.: Наука, 1985. 375 с.
8. Плескачевский, Ю.М. Введение в радиационное материаловедение полимерных композитов. / Ю.М. Плескачевский, В.В. Смирнов, В.М. Макаренко. Мн.: Наука и техника, 1991. 190 с.
9. Пьянков, Г.Н. Радиационная модификация полимерных материалов / Г.Н. Пьянков, А.П. Мелешевич, Е.Г. Ярмилко, А.М. Кабакчи, С.И. Омельченко. Киев: Техника, 1969. 232 с.
10. Сараева, В.В. Развитие радиационной химии в России. Вехи истории. / В.В. Сараева. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2007. 94 с.
11. Чарлзби, А. Ядерные излучения и полимеры: / А. Чарлзби. Пер. с англ. / Под ред. Ю.С. Лазуркина, В.Л. Карпова. М.: Изд-во иностр. лит., 1962. 383 с.

ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

1. Радиационное сшивание полиэтилена
2. Получение полиэлектролитных гидрогелей при радиационном сшивании водорастворимых полимеров в водных растворах
3. ИК-спектроскопическое определение содержания карбонильных групп в полиэтиленовых пленках, подвергнутых радиационной обработке
4. Определение радиационно-химического выхода деструкции поли-L-лактида
5. Трансформация конфигурации макромолекул поли-L-лактида при облучении
6. Радиационная прививочная сополимеризация

Перечень используемых средств диагностики результатов учебной деятельности

1. Устный опрос.
2. Отчеты по лабораторным работам с их устной защитой.
3. Защита рефератов.
4. Зачет.
5. Экзамен.

МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ ИТОГОВОЙ ОЦЕНКИ

Итоговая оценка формируется на основе 3-х документов:

1. Правила проведения аттестации (Постановление Министерства образования от 29 мая 2012 г. № 53)
2. Положение о рейтинговой системе БГУ
3. Критерии оценки студентов

Итоговая оценка = $A \times 0,25 + B \times 0,75$),

где **A** - средний балл по лабораторным работам и семинарам, **B** - экзаменационный балл.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола) ¹
Органическая химия	Кафедра органической химии	Предложений об изменениях в содержании учебной программы не поступило	Изменений не требуется Протокол №9 от 07.04. 2016 г.

¹ При наличии предложений об изменениях в содержании учебной программы УВО.

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ УВО

на ____/____ учебный год

№ п/п	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры

(название кафедры) (протокол № ____ от _____ 201_ г.)

Заведующий кафедрой

(ученая степень, ученое звание) (подпись) (И.О.Фамилия)

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

(ученая степень, ученое звание) (подпись) (И.О.Фамилия)

Первые две стр. печатать на одном листе (двусторонняя печать)