

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ

Ректор Белорусского
государственного университета

А.Д.Король

27 июня 2025 г.

Регистрационный №УД- 13981/уч.



РАДИАЦИОННАЯ ХИМИЯ ПОЛИМЕРОВ

Учебная программа учреждения образования по учебной дисциплине для
специальности:

1-31 05 03 Химия высоких энергий

2025 г.

Учебная программа составлена на основе ОСВО 1-31 05 03-2021, учебного плана № G 31-1-009/уч. от 25.05.2021.

СОСТАВИТЕЛЬ:

Фомина Елена Константиновна, доцент кафедры высокомолекулярных соединений химического факультета Белорусского государственного университета, кандидат химических наук.

РЕЦЕНЗЕНТ:

Гринюк Евгений Валерьевич, директор учреждения Белорусского государственного университета «Научно-исследовательский институт физико-химических проблем», кандидат химических наук, доцент.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой высокомолекулярных соединений БГУ
(протокол № 13 от 19.06.2025);

Научно-методическим советом БГУ
(протокол № 11 от 26.06.2025)

Заведующий кафедрой



А.С.Боковец

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Цели и задачи учебной дисциплины

Цель учебной дисциплины – приобретение студентами фундаментальных знаний о процессах, протекающих при воздействии ионизирующих излучений на мономеры и полимеры, навыков профессиональной деятельности по использованию ионизирующих излучений в синтезе и модифицировании полимеров.

Задачи учебной дисциплины:

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

Место учебной дисциплины в системе подготовки специалиста с высшим образованием.

Учебная дисциплина относится к модулю «Прикладные аспекты химии высоких энергий» компонента учреждения высшего образования.

Учебная программа составлена с учетом межпредметных связей и программ по дисциплинам: «Высокомолекулярные соединения», «Органическая химия», «Радиационная химия».

Требования к компетенциям

Освоение учебной дисциплины «Радиационная химия полимеров» должно обеспечить формирование следующих компетенций:

Специализированные компетенции:

Применять знание особенностей радиохимических процессов для предсказания поведения различных радионуклидов в биологических системах, природных и техногенных объектах, материалах органической и неорганической природы.

В результате освоения учебной дисциплины студент должен:

знать: физико-химические закономерности полимеризации, инициированной ионизирующим излучением и протекающей 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 физико-химические характеристики радиационно-модифицированных полимеров.

владеть: навыками работы с оригинальной литературой в области радиационной химии полимеров; современными методами математической статистики для обработки экспериментальных данных

Структура учебной дисциплины

Дисциплина изучается в 9 семестре. В соответствии с учебным планом всего на изучение учебной дисциплины «Радиационная химия полимеров» отведено для **очной формы** получения высшего образования – 108 часов, в том числе 64 аудиторных часа, лекции – 28 часов, лабораторные занятия – 24 часа, семинарские занятия – 12 часов. **Из них:**

– лекции – 28 часов, лабораторные занятия – 18 часов + 6 часов ДОТ, семинарские занятия – 6 часов, управляемая самостоятельная работа – 6 часов.

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 3 зачетные единицы.

Форма промежуточной аттестации – зачет.

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. 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 ионизирующих излучений, используемых 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.

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.

Тема 3.2 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.

Тема 3.3 Радиационное сшивание полимеров в растворах

Особенности радиолиза растворов полимеров. Процессы сшивания и деструкции полимеров в растворах. Образование макрорадикалов при радиолизе растворов полимеров по механизмам «прямого» и «косвенного» действия. Основные реакции с участием низкомолекулярных и макромолекулярных радикалов при радиолизе растворов полимеров. Влияние природы растворителя на радиационно-химические выходы сшивания и деструкции полимеров. Особенности радиационного сшивания макромолекул в водных растворах. Радиационное сшивание полиэлектролитов. Получение полиэлектролитных гидрогелей.

Тема 3.4 Радиационная деструкция макромолекул

Радиационная деструкция полимеров. Радиационная деполимеризация. Радиационная деструкция полиметилметакрилата, политетрафторэтилена, полиизобутилена, декстрана, целлюлозы.

Промышленные радиационно-химические процессы, базирующиеся на реакциях деструкции макромолекул (получение порошкообразного воска из политетрафторэтилена, регенерация отработанных изделий на основе бутылкаучука, 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 макромолекул

Зависимость радиационной стойкости от химического строения макромолекул. Количественные характеристики радиационной стойкости полимеров. Радиационная защита полимеров. Антирады. Защита типа «губки» и типа «жертвы».

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).

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

Очная (дневная) форма получения высшего образования с применением дистанционных образовательных технологий
(ДОТ)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	РАДИАЦИОННАЯ ХИМИЯ ПОЛИМЕРОВ	28		6	24		6	
1	Развитие радиационной химии полимеров от начала XX века до наших дней							
1.1	Исторический очерк развития исследований в области радиационной химии полимеров	2						Опрос
1.2	Становление и развитие работ по радиационной химии полимеров в Беларуси	2						Опрос
2	Объекты радиационного воздействия и источники ионизирующих излучений в радиационной химии полимеров							
2.1	Мономеры, олигомеры и полимеры как объекты воздействия ионизирующих излучений	2						Опрос

2.2	Изотопные источники ионизирующих излучений в радиационной химии полимеров	2						Опрос
2.3	Ускорители электронов и особенности их применения при облучении мономерно-полимерных систем	2						Опрос
3	Радиационное модифицирование полимеров							
3.1	Химические и физико-химические превращения макромолекул при воздействии ионизирующего излучения	2			6 (ДОТ)			Опрос Письменный отчет о выполнении лабораторной работы
3.2	Сшивание полимеров в твердом агрегатном состоянии	2			6		2	Индивидуальный ответ (эссе) Письменный отчет о выполнении лабораторной работы
3.3	Радиационное сшивание полимеров в растворах	2		2				Опрос
3.4	Радиационная деструкция макромолекул	2			6		2	Реферат Письменный отчет о выполнении лабораторной работы Комплексная контрольная работа по разделу 3 «Радиационное модифицирование полимеров»
4	Радиационная стойкость полимеров							

4.1	Радиационная стойкость макромолекул	2						Опрос
5	Радиационная полимеризация							
5.1	Особенности радиационной полимеризации	2						Опрос
5.2	Радиационная радикальная полимеризация	2		2				Опрос
5.3	Радиационная ионная и радиационная твердофазная полимеризация	2					2	Индивидуальный ответ (эссе)
5.4	Радиационная прививочная полимеризация	2		2	6			Опрос Письменный отчет о выполнении лабораторной работы Комплексная контрольная работа по разделу 5 «Радиационная полимеризация»

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Основная литература

1. Шишенок, М.В. Модификация полимеров: учебник / М.В. Шишенок. Минск: Адукацыя і выхаванне. 2024, 328 с.
2. Маммадов, Ш.М. Радиационная физика и химия полимеров / Ш.М. Маммадов, А.А. Гарибов. – Баку, 2015. – 549 с.

Дополнительная литература

1. Иванов, В.С. Радиационная химия полимеров / В.С. Иванов. – Л.: Химия, 1988. – 320 с.
2. Пикаев, А.К. Современная радиационная химия. Твердое тело и полимеры. Прикладные аспекты / А.К. Пикаев. – М.: Наука, 1987. – 448 с.
3. Кабанов В.Я. Радиационная химия полимеров / В.Я. Кабанов [и др.] // Химия высоких энергий. – 2009. – Т. 43, № 1. – С. 5–21.
4. Головина, Е.А. Основы радиационного материаловедения: учебное пособие / Е.А. Головина, В.Б. Маркин; Алт. гос. техн. ун-т им. А.А. Ползунова. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2008. – 145 с.
5. Hill D.J.T., Whittaker A.K. Radiation chemistry of polymers / D.J.T. Hill, A.K. Whittaker Encyclopedia of polymer science and technology. – 2016. – p. 1–58. doi:10.1002/0471440264.pst488.
6. Polymerization reactions and modifications of polymers by ionizing radiation / A. Ashfaq [et al.] // Polymers, 2020. – Vol. 12. P. 1–67. doi:10.3390/polym12122877.
7. Князев, В.Н. Облученный полиэтилен в технике / В.Н. Князев, Н.А. Сидорова. – М.: Химия, 1974. – 376 с.
8. Круль, Л.П. Гетерогенная структура и свойства привитых полимерных материалов / Л.П. Круль. – Мн.: Университетское, 1986. – 238 с.
9. 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.
10. Экспериментальные методы химии высоких энергий : учеб. пособие / М.Я. Мельников [и др.] ; под общ. ред. М.Я. Мельникова. – Москва : Изд-во Московского ун-та, 2009. – 823 с.
11. Шарпатый, В.А. Радиационная химия биополимеров / В.А. Шарпатый. – М.: ГЕОС, 2008. – 250 с.
12. Махлис, Ф.А. Радиационная физика и химия полимеров / Ф.А. Махлис. – М.: Атомиздат, 1972. – 328 с.
13. 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.
14. Сараева, В.В. Развитие радиационной химии в России. Вехи истории. / В.В. Сараева. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2007. – 94 с.

15. 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.

Перечень рекомендуемых средств диагностики и методика формирования итоговой отметки

Для диагностики компетенций будут использоваться следующие средства текущей аттестации: опрос; контрольная работа; реферат; эссе; письменный отчет о выполнении лабораторной работы.

Формой промежуточной аттестации по дисциплине «Радиационная химия полимеров» учебным планом предусмотрен зачет.

Примерный перечень заданий для управляемой самостоятельной работы

Тема 3.2. Сшивание полимеров в твердом агрегатном состоянии (2 часа).

Рассмотреть формирование трехмерной структуры макромолекул как способа модифицирования полимерных материалов. Описать изменение физико-химических свойств полимерных материалов при сшивании. Охарактеризовать основные методы, применяющиеся для определения физико-химических свойств сшитых полимерных материалов и параметров их трехмерной структуры.

Задание: Привести конкретные примеры полимеров, которые преимущественно сшиваются или преимущественно деструктируют под действием ионизирующих излучений. Объяснить причины протекания процесса по одному из приведенных выше механизмов.

Форма контроля – защита эссе, сопровождающаяся представлением мультимедийной презентации.

Тема 3.4. Радиационная деструкция макромолекул (2 часа).

Покажите отличие в механизмах радиационной деструкции и радиационной деполимеризации макромолекул. Опишите параметры структуры макромолекулярной цепи, которые указывают на возможность протекания процессов деструкции и деполимеризации макромолекул под действием ионизирующих излучений. Опишите влияние среды (воздух, кислород или инертный газ) на протекание процессов деструкции различных полимеров.

Задание: Привести конкретные примеры полимеров, которые преимущественно деструктируют под действием ионизирующих излучений. Объяснить причины. Опишите механизм деструкции полиизобутилена, полиметилметакрилата, политетрафторэтилена, полисульфонов. Сравните сенсibilизирующее действие растворителей полиметилметакрилата (бензола и трихлорметана) на протекание процесса радиационной деструкции.

Форма контроля – защита реферата, сопровождающаяся представлением мультимедийной презентации.

Тема 5.3. Радиационная ионная и радиационная твердофазная полимеризация (2 часа).

Рассмотрите особенности механизма и кинетики радиационной и радиационно-каталитической катионной и анионной полимеризации.

Задание: Привести конкретные примеры полимеров, которые могут быть получены при радиационном инициировании по катионному механизму. Приведите примеры мономеров, растворителей и катализаторов, которые используются для получения полимеров при радиационном инициировании по катионному механизму. Какие требования к мономерам и растворителям предъявляются с целью осуществления протекания радиационно-инициированной реакции полимеризации по анионному механизму?

Форма контроля – защита эссе, сопровождающаяся представлением мультимедийной презентации.

Примерный перечень лабораторных занятий

Лабораторная работа № 1. Радиационное сшивание полиэтилена. Определение дозы гелеобразования по зависимости величины гель-фракции от дозы облучения для радиационно-сшитого полиэтилена.

Лабораторная работа № 2. Установление радиационно-химического выхода деструкции поли-L-лактида посредством определения молекулярной массы полимера, подвергнутого воздействию различных доз гамма-излучения, методом капиллярной вискозиметрии.

Лабораторная работа № 3. Радиационная прививочная сополимеризация. Определение степени прививки для сополимеров полиэтилена с 2-акриламид-2-метилпропансульфокислотой, полученных пероксидным методом.

Лабораторная работа № 4 (ДОТ). ИК-спектроскопическое определение содержания карбонильных групп в полиэтиленовых пленках, подвергнутых радиационной обработке.

Примерная тематика семинарских занятий

Семинарское занятие № 1.

Радиационное сшивание полимеров в растворах

1.1 Особенности радиолитического разложения растворов полимеров.

1.2 Процессы сшивания и деструкции полимеров в растворах. Конкретные примеры полимеров, преимущественно сшивающихся или деструктирующихся в различных растворителях при воздействии ионизирующих излучений.

1.3 Влияние концентрации полимера в растворе на вероятность образования макрорадикалов и радикалов растворителя.

1.4 Образование макрорадикалов при радиолитическом разложении растворов полимеров по механизмам «прямого» и «косвенного» действия.

1.5 Основные реакции с участием радикалов растворителя и макромолекулярных радикалов при радиолитическом разложении растворов полимеров.

- 1.6 Влияние природы растворителя на радиационно-химические выходы сшивания и деструкции полимеров.
- 1.7 Радиационное сшивание полиэлектролитов.
- 1.8 Влияние pH среды на радиационное сшивание полиэлектролитов.
- 1.9 «Умные» полиэлектролитные гидрогели.
- 1.10 Влияние структуры макромолекулы (содержания ионогенных групп, степени сшивания, молекулярной массы, гибкости цепи, природы сшивки) и внешних условий (pH среды, ионной силы раствора, концентрации низкомолекулярных солей и др.) на степень набухания полиэлектролитных гидрогелей.

Семинарское занятие № 2.

Радиационная радикальная полимеризация

- 2.1 Особенности радиационной полимеризации по сравнению с другими способами синтеза макромолекул по цепному механизму.
- 2.2 Достоинства и недостатки радиационного инициирования полимеризации.
- 2.3 Признаки протекания радиационной полимеризации по радикальному механизму.
- 2.4 Особенности инициирования радиационной радикальной полимеризации.
- 2.5 Кинетика и механизм радиационной радикальной полимеризации.
- 2.6 Расчет радиационно-химических выходов полимеризации.
- 2.7 Влияние дозы и мощности дозы облучения, температуры, давления, природы растворителя на протекание радикальной радиационной полимеризации.
- 2.8 Гель-эффект и пост-эффект при радикальной радиационной полимеризации.
- 2.9 Эмульсионная и суспензионная радикальная радиационная полимеризация.
- 2.10 Радикальная радиационная сополимеризация.

Семинарское занятие № 3.

Радиационная прививочная сополимеризация

- 3.1 Методы радиационной прививочной полимеризации (прямой, постполимеризация, пероксидный, сшивание смесей полимеров).
- 3.2 Механизм и кинетика прививочной полимеризации.
- 3.3 Радиационная прививочная полимеризация по радикальному механизму.
- 3.4 Радиационная прививочная полимеризация по ионному механизму.
- 3.5 Радиационная прививочная полимеризация из газовой фазы.
- 3.6 Сенсibilизация радиационной прививочной сополимеризации.
- 3.7 Методы исследования структуры радиационно-привитых полимерных материалов.

Примерная тематика реферативных работ

1. Переработка полимерных отходов с применением методов радиационной деструкции и деполимеризации.
2. Придание полимерам «эффекта памяти формы» с помощью радиационной модификации.
3. Промышленные радиационно-химические процессы, базирующиеся на реакциях деструкции макромолекул.
4. Промышленные радиационно-химические процессы, базирующиеся на реакциях сшивания макромолекул.
5. Радиационная стерилизация полимерных материалов медицинского назначения.
6. Радиационная обработка пищевых продуктов.
7. Особенности радиационного сшивания макромолекул в водных растворах. Радиационное сшивание полиэлектролитов. Получение полиэлектролитных гидрогелей.
8. Современные области техники, в которых применение полимерных материалов лимитируется их устойчивостью к действию ионизирующих излучений.

Описание инновационных подходов и методов к преподаванию учебной дисциплины

При организации образовательного процесса используются:

методы и приемы развития критического мышления, которые представляют собой систему, формирующую навыки работы с информацией в процессе чтения и письма; понимании информации как отправного, а не конечного пункта критического мышления.

метод учебной дискуссии, который предполагает участие студентов в целенаправленном обмене мнениями, идеями для предъявления и/или согласования существующих позиций по определенной проблеме. Использование метода обеспечивает появление нового уровня понимания изучаемой темы, применение знаний (теорий, концепций) при решении проблем, определение способов их решения.

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы

Для организации самостоятельной работы необходимы:

1. Разработка и составление банка групповых или индивидуальных заданий; пояснение основных требований к их выполнению.
2. Наличие методических указаний по проведению лабораторных работ.
3. Использование современных информационных технологий: размещение в сетевом доступе комплекса учебных и учебно-методических

материалов (программы учебной дисциплины, заданий в тестовой форме, список рекомендуемой литературы).

Примерный перечень вопросов к зачету

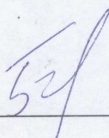
1. Объекты и разновидности целенаправленного радиационного воздействия в радиационной химии полимеров.
2. Источники ионизирующих излучений, используемые для радиационной полимеризации и модификации полимерных материалов.
3. Обратимые и необратимые радиационные эффекты в полимерных системах.
4. Первичные и вторичные радиационно-химические процессы в полимерных системах.
5. Термические эффекты при радиационной обработке полимеров.
6. Газовыделение и изменение ненасыщенности макромолекул при облучении.
7. Полимеры, преимущественно сшивающиеся при действии ионизирующего излучения.
8. Полимеры, преимущественно деструктурирующиеся при действии ионизирующего излучения.
9. Определение величины радиационно-химических выходов при одновременном протекании процессов сшивания и деструкции.
10. Радиационное и пострadiационное окисление полимеров.
11. Изменение физико-химических свойств полимерных материалов при радиационном сшивании.
12. Методы определения физико-химических свойств радиационно-сшитых полимерных материалов и параметров их трёхмерной структуры
13. Промышленные радиационно-химические процессы, базирующиеся на сшивании полимеров.
14. Получение и свойства термоусаживаемых изделий из радиационно-сшитого полиэтилена.
15. Особенности термостабилизации радиационно-сшитых полимеров.
16. Какие сенсibilизаторы прямого и косвенного действия вы знаете? Опишите их поведение при радиационном структурировании полимеров.
17. Особенности радиолиза растворов полимеров.
18. Радиационное сшивание полиэлектролитов. Получение полиэлектролитных гидрогелей.
19. Промышленные радиационно-химические процессы, базирующиеся на реакциях деструкции макромолекул.
20. Количественные характеристики радиационной стойкости. Зависимость радиационной стойкости от химического строения макромолекул.
21. Радиационная защита полимеров. Антирады. Защита типа «губки» и типа «жертвы».
22. Особенности инициирования радиационной радикальной полимеризации.

- 23. Расчёт радиационно-химических выходов процесса полимеризации.
- 24. Влияние различных факторов (поглощённой дозы, мощности поглощённой дозы излучения, температуры, давления, растворителя) на процесс радиационной полимеризации.
- 25. Гель-эффект и пост-эффект в радиационной полимеризации.
- 26. Особенности радиационной эмульсионной полимеризации.
- 27. Условия осуществления радиационной полимеризации по ионному механизму.
- 28. Радиационная твёрдофазная полимеризация.
- 29. Получение стереорегулярных полимеров с помощью радиационной полимеризации.
- 30. Радиационная прививочная сополимеризация.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УО

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)
Учебная дисциплина не требует согласования			

Заведующий кафедрой
высокомолекулярных соединений
кандидат химических наук



А.С.Боковец

19.06.2025

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ УО

на ____/____ учебный год

№ п/п	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
_____ (протокол № ____ от _____ 202_ г.)

Заведующий кафедрой

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета
