

**В.И. Фельдман**  
**Программа полного спецкурса «Радиационная химия»**  
**для студентов Химического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова**  
**(60 лекций – 120 часов, 7 – 9 семестр).**

**Часть 1. «Основы радиационной химии и методы радиационно-химических исследований (18 лекций – 36 часов, 7 семестр).**

**Лекция 1.** Предмет и задачи радиационной химии. Химия высоких энергий. Энергетическая шкала излучений. Ионизирующие излучения (ИИ), их роль в природе и технике. Место радиационной химии среди других разделов химии. Краткий исторический обзор и современное состояние радиационной химии. Характеристики ИИ, используемых в радиационной химии. Виды излучений. Основные понятия и определения: поглощенная доза, мощность дозы, средняя работа ионизации, радиационно-химический выход.

**Лекция 2.** Взаимодействие заряженных частиц с веществом. Классификация потерь энергии ИИ. Соотношение между ионизационными и радиационными потерями в зависимости от энергии. Вывод формулы Бора. Релятивистские поправки. Формула Бете. Особенности взаимодействия быстрых электронов со средой. Пространственная неоднородность событий ионизации.

**Лекция 3.** Формирование трековых структур нанометрового размера при прохождении заряженных частиц через вещество. Классификация трековых структур, возникающих при прохождении высокоэнергетических электронов через конденсированную среду: шпоры, блобы, короткие и разветвленные треки. Трек тяжелой заряженной частицы. Общие представления об эволюции трековых структур.

**Лекция 4.** Взаимодействие электромагнитного излучения с веществом. Поглощение и рассеяние (общие положения). Фотоэффект. Эффект Комптона. Образование электрон-позитронных пар. Зависимость сечения различных эффектов от энергии фотона и природы среды. Энергетическая зависимость суммарных коэффициентов поглощения и ослабления.

**Лекция 5.** Роль вторичных электронов и их распределение по энергии. Спектр деградации энергии и «действующий спектр» в радиационной химии. Линейная передача энергии (ЛПЭ) как обобщенная характеристика взаимодействия ИИ со средой. Пространственное распределение первичных эффектов при различных величинах ЛПЭ.

**Лекция 6.** Временная шкала радиационно-химических процессов. Возбуждение и ионизация в молекулярных средах. Точка отсчета («начало» радиационной химии). Физическая, физико-химическая и химическая (гомогенная) стадии радиолиза. Пострадиационные эффекты.

**Лекция 7.** Первичные положительные ионы (катион-радикалы). Структура и свойства (общие представления). Передача заряда и рекомбинация с электронами. Формула Онзагера. Влияние среды на выход свободных ионов.

**Лекция 8.** Роль заряда и спина в реакциях катион-радикалов. Основные типы реакций органических катион-радикалов и природа их селективности. Моделирование эффектов избыточной энергии в конденсированных средах.

**Лекция 9.** Механизмы потери энергии неионизирующих вторичных электронов. Локализация и сольватация электронов в молекулярных средах. Оптические спектры и спектры ЭПР стабилизированных и сольватированных электронов. Континуальные и конфигурационные модели сольватированного электрона. Динамика сольватации электронов. Исследования в фемтосекундном и пикосекундном диапазоне. Нерешенные проблемы.

**Лекция 10.** Гидратированный электрон как уникальный химический реагент. Диффузия и кинетика реакций гидратированного электрона. Возможность реакций «сухого» (предсольватированного) электрона.

**Лекция 11.** Электронно-возбужденные состояния в радиационной химии: механизмы образования и свойства. Некоторые сведения из фотофизики. Квантовый выход. Диаграмма Яблонского. Особенности заселения различных состояний при действии ИИ. Роль триплетных состояний.

**Лекция 12.** Перенос энергии электронного возбуждения: механизмы и эффективность. Излучательный (тривиальный), диполь-дипольный (ферстеровский) и обменно-резонансный перенос. Диффузионное тушение. Образование радикалов в радиационно-химических процессах, особенности их структуры и реакций.

**Лекция 13.** Общий обзор экспериментальных методов исследования радиационно-химических процессов и их классификация. Методы исследования промежуточных частиц. Сравнительная характеристика возможностей физических методов исследования короткоживущих частиц. Методы, основанные на магнитных и спиновых эффектах.

**Лекция 14.** Импульсный радиолиз. Общая схема эксперимента. Варианты регистрации. Временное разрешение и чувствительность. Стробоскопическая схема. Пикосекундный и субпикосекундный импульсный радиолиз.

**Лекция 15.** Методы низкотемпературной стабилизации и матричной изоляции в радиационной химии. Свойства матриц. Классический эксперимент по матричной изоляции. Низкотемпературная стабилизация в специфических матрицах. Метод фреоновых матриц. Метод акцептора в радиационной химии и варианты его реализации.

**Лекция 16.** Источники излучения, используемых в радиационно-химических исследованиях. Аппаратурные и изотопные источники излучения. Краткие характеристики изотопных источников излучения. Аппаратурные источники: рентгеновские трубки, ускорители электронов и ионов. Общие принципы действия и особенности.

**Лекция 17.** Дозиметрия в радиационной химии. Физическая и химическая дозиметрия. Абсолютная (калибровочная) дозиметрия. Адиабатический калориметр. Ионизационные камеры. Принцип электронного равновесия. Полупроводниковые и сцинтилляционные детекторы.

**Лекция 18.** Химическая дозиметрия: общие принципы. Требования к системам для химической дозиметрии. Жидкостные (растворные) и газовые дозиметры. Использование метода ЭПР для дозиметрии (аланиновый дозиметр, ретроспективные дозиметры). Другие варианты дозиметрии. Заключительные замечания о проблемах и методах радиационной химии.