

4

Учреждение образования
«Международный государственный экологический институт
имени А.Д. Сахарова»
Белорусского государственного университета

УТВЕРЖДАЮ

Директор МГЭИ им. А.Д. Сахарова
БГУ

С. И. Родькин

2024

Регистрационный № УД-1053-24/уч.

РАДИАЦИОННАЯ ХИМИЯ

Учебная программа учреждения образования по учебной дисциплине для
специальности:

1-100 01 01 Ядерная и радиационная безопасность

2024 г.

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта высшего образования ОСВО 1-100 01 01-2021 от 25.04.2022 и учебного плана учреждения образования для специальности 1-100 01 01 Ядерная и радиационная безопасность рег.№ 134-21/уч. от 25.06.2021

СОСТАВИТЕЛИ:

А.Н. Скибинская, старший преподаватель кафедры ядерной и радиационной безопасности Учреждения образования «Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова» БГУ

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

М.В. Лобай, старший преподаватель кафедры иммунологии факультета мониторинга окружающей среды МГЭИ им. А.Д. Сахарова БГУ;

И.М. Микшас, ведущий инженер группы ИДК отделения радиационной гигиены и безопасности ГУ «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья»

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой ядерной и радиационной безопасности «Международного государственного экологического института им. А.Д. Сахарова» БГУ
(протокол № 10 от 20.05.2024);

Научно-методическим советом учреждения образования «Международный государственный экологический институт им. А.Д. Сахарова» БГУ
(протокол № 10 от 19.06.2024).

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Радиационная химия – часть химии высоких энергий, раздел физической химии – изучает химические процессы, вызываемые воздействием ионизирующих излучений на вещество.

Ионизирующей способностью обладают электромагнитные излучения (рентгеновское излучение, γ -излучение, синхротронное излучение) и потоки ускоренных частиц (электронов, протонов, нейтронов, тяжёлых ионов; осколки деления тяжёлых ядер и др.), энергия которых превышает потенциал ионизации атомов или молекул (в большинстве случаев, лежащий в пределах 10-15 эВ).

В рамках радиационной химии рассматриваются некоторые химические процессы, невозможные при использовании традиционных химических подходов. Ионизирующие излучения могут значительно снижать температуру протекания химических реакций без применения катализаторов и инициаторов.

В задачи радиационной химии входит выявление механизмов радиационно-химических превращений, создание материалов с высокой радиационной стойкостью, необходимых для получения и переработки ядерного горючего, а также препаратов для защиты живых организмов от воздействия излучений. Радиационная химия взаимодействует при этом с радиационной биологией и медициной. На методах радиационной химии основаны радиационный синтез полимеров, деструкция радиоактивных отходов под действием излучения и др.

Цель преподавания дисциплины «Радиационная химия» состоит в том, чтобы дать студентам базовую совокупность знаний по радиационной химии, раскрывающих основные закономерности действия ионизирующих излучений на химические соединения. В нее включены сведения и представления о предмете и задачах, методах, уровнях теоретических и прикладных аспектов данной дисциплины, даются знания по физическим основам действия ионизирующих излучений, рассмотрены механизмы действия радиации на органические и неорганические соединения.

Курс включает современные представления, касающиеся первичных и вторичных механизмов действия ионизирующих излучений на химические соединения. Данная дисциплина подчеркивает, что современная радиационная химия – это самостоятельная фундаментальная комплексная динамическая наука, получившая широкое практическое применение в народном хозяйстве, медицине, промышленности.

Радиационная химия тесно связана с ядерной физикой, биологической химией, с радиохимией, фотохимией, химической кинетикой, аналитической химией, химией свободных радикалов и возбужденных состояний.

Перед преподающими дисциплину ставятся следующие **задачи**:

- преподнести основные закономерности действия ионизирующих излучений на химические соединения;
- дать основные теоретические представления о механизмах радиолиза воды и водных растворов;
- показать особенности химических дозиметров;

- обучить расчетам радиационно-химического выхода реакций, протекающих под действием ионизирующего излучения;
- дать навыки приготовления химических дозиметров.

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

знать:

- химические процессы, протекающие при взаимодействии ионизирующего излучения с веществом;
- механизм радиолиза воды и водных растворов;
- основные методы химической дозиметрии ионизирующего излучения;

уметь:

- решать типовые задачи по химическим превращениям в веществе под действием ионизирующего излучения;
- определять мощность дозы ионизирующего излучения методами химической дозиметрии;

владеть:

- методом стационарных концентраций.

В результате усвоения учебной дисциплины студент должен обладать следующими **компетенциями**:

- применять знания радиационной химии для решения профессиональных задач (БПК-13);
- быть способным к саморазвитию и совершенствованию в профессиональной деятельности (УК-5).

Для организации самостоятельной работы студентов по дисциплине следует использовать информационные технологии: разместить в свободном доступе комплекс учебных и учебно-методических материалов (программа, методические указания к практическим и лабораторным занятиям, список рекомендуемой литературы, задания для самоконтроля, электронные пособия и учебники и др.).

Учебная программа по учебной дисциплине «Радиационная химия» рассчитана на 108 учебных часов, из них аудиторных 48 часов:

- лекции – 26 ч;
- практические занятия – 10 ч;
- лабораторные занятия – 12 ч.

Контроль знаний предполагает проведение контрольной работы и сдачу зачета по лабораторным работам. Проводится управляемая самостоятельная работа студентов. На практических занятиях следует обратить внимание на рассмотрение задач по химической дозиметрии. На лабораторных работах предполагается сдача отчетов и защита лабораторных работ.

Форма промежуточной аттестации – зачет в 7-ом семестре.

Форма получения высшего образования – очная (дневная).

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Тема 1. Предмет, методы и основные задачи радиационной химии

Предмет изучения: химия высоких энергий, основные понятия и положения. Основные задачи и методы радиационной химии. Радиационно-химические эффекты. Отличительные особенности радиационной химии, фотохимии, плазмохимии, лазерохимии. Место радиационной химии в системе химических дисциплин. Краткий исторический обзор.

Тема 2. Параметры и характеристика источников ионизирующего излучения в радиационной химии

Изотопные источники на основе Co-60 и Cs-137 (лабораторные и промышленные), исследовательские ядерные реакторы, ускорители заряженных частиц.

Тема 3. Физические основы радиационной химии

Основные понятия и определения: возбуждённые атомы и молекулы, ионы и радикалы в радиационно-химических реакциях. Поток энергии, поглощенная доза излучения (доза) и поглощенная мощность дозы излучения (мощность дозы). Единицы измерения дозы и мощности дозы. Радиационно-химический выход.

Тема 4. Физические и химические методы дозиметрии в радиационной химии

Основные задачи дозиметрии. Физические и химические эффекты воздействия излучения на вещество. Прямые (абсолютные) и косвенные (относительные) методы дозиметрии. Технологическая дозиметрия ионизирующих излучений. Основы химической дозиметрии. Химические методы дозиметрии. Требования к системам для химической дозиметрии. Различные химические дозиметры и пределы их применимости для газовой, жидкой и твердой фаз.

Тема 5. Радиолиз воды и радиационно-химические превращения в водных растворах

Основные виды радиационно-химических превращений в веществе. Радиолиз воды. Особенности радиолиза водных растворов. Особенности радиационно-химических процессов в жидких веществах.

Тема 6. Радиолиз органических соединений

Радиолиз различных классов органических веществ. Образование газообразных продуктов радиолиза органических веществ. Особенности радиолиза органических соединений с функциональными группами.

Тема 7. Особенности радиационно-химических процессов в газах и твёрдых веществах

Радиолиз газов. Основные физико-химические процессы в твердых веществах при действии ионизирующего излучения.

Тема 8. Радиационное инициирование цепных реакций. Радиационно-физическая технология

Основные положения и закономерности. Хлорирование, окисление органических соединений, синтез этиленгликоля и др. Радиационное модифицирование материалов. Радиационная полимеризация. Радиационно-химический синтез. Радиационная деструкция. Радиационная стерилизация медицинских изделий. Использование для охраны окружающей среды.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
(для очной (дневной) формы получения образования)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1.	Предмет, методы и основные задачи радиационной химии	2						1,5
2.	Параметры и характеристика источников ионизирующего излучения в радиационной химии	2						1,5
3.	Физические основы радиационной химии	2	2					1,2,5
4.	Физические и химические методы дозиметрии в радиационной химии	4	6		8			1,2,4,5
5.	Радиолиз воды и радиационно-химические превращения в водных растворах	4						1,5
6.	Радиолиз органических соединений	4	2					1,3,5
7.	Особенности радиационно-химических процессов в газах и твёрдых веществах	4			4			1,3,4,5
8.	Радиационное инициирование цепных реакций. Радиационно-физическая технология	4						1,4,5
	ИТОГО	26	10		12			

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Инновационные методы и подходы к преподаванию учебной дисциплины

При организации образовательного процесса используется практико-ориентированный подход, который предполагает освоение содержания образования через решения практических задач; метод учебной дискуссии, который предполагает участие студентов в целенаправленном обмене мнениями, идеями для предъявления и/или согласования существующих позиций по определенной проблеме; а также методы развития критического мышления, формирующие навыки работы с информацией в процессе чтения и письма.

Рекомендуемая литература

Основная

1. Мельников, М.Я. Экспериментальные методы химии высоких энергий : учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по спец. ВПО 020101.65 – химия и по напр. 020100.62 – химия / [М. Я. Мельников и др.] ; под общ. ред. М. Я. Мельникова. - Москва : Изд-во Московского ун-та, 2009. - 823 с.
2. Choppin, G. Radiochemistry and Nuclear Chemistry / by Gregory Choppin, Jan-Olov Liljenzin, Jan Rydberg, Christian Ekberg. - 4th ed. - Amsterdam [etc.] : Elsevier, 2013. - 858 с.
3. Mozumder, A Fundamentals of Radiation Chemistry / A. Mozumder. - San Diego [ets.] : Academic Press, 1999. - 392 с
4. Бекман, И. Н. Неорганическая химия. Радиоактивные элементы: учеб. для вузов / И. Н. Бекман. – 3-е изд., испр. и доп. – М.: Изд-во Юрайт, 2019. – 399 с.
5. Бекман, И. Н. Атомная и ядерная физика: радиоактивность и ионизирующие излучения : учеб. для вузов / И. Н. Бекман. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Изд-во Юрайт, 2017. – 493 с.

Дополнительная

1. Пикаев, А. К. Современная радиационная химия. Твердое тело и полимеры. Прикладные аспекты / А. К. Пикаев. – М.: Наука, 1987. – 448 с.
2. Пикаев, А.К. Современная радиационная химия. Радиоллиз газов и жидкостей / А.К. Пикаев. – М.: Наука, 1986. – 360 с.
3. Пикаев, А. К. Современная радиационная химия. Основные положения. Экспериментальная техника и методы / А. К. Пикаев. – М.: Наука, 1985. – 367 с.
4. Бугаенко, Л. Т. Радиоллиз воды и водных растворов /Л. Т. Бугаенко, С. И. Белопушкин. – М.: МГУ, 1982. – 365 с.
5. Пикаев, А. К. Современное состояние радиационной технологии / А. К. Пикаев. – М.: Успехи химии, 1995. – 640 с.

6. Пикаев, А. К. Дозиметрия в радиационной химии / А. К. Пикаев. – М.: Наука, 1975. – 312 с.

7. Бяков, В. А. Начала радиационной химии, элементарные процессы радиолиза / В. А. Бяков. – М.: Palmarium, 2013. – 192 с.

8. Ободовский, И. М. Основы радиационной и химической безопасности: учеб. пособие / И. М. Ободовский. – 2-е изд. – Долгопрудный: Интеллект, 2015. – 300 с.

9. Mcpherson, P. Principles Of Nuclear Chemistry / Peter Mcpherson. – World Scientific Publishing Europe Ltd, 2016. – 259 p.

Формы контроля знаний

№ п / п	Форма
1.	Выборочный контроль знаний на лекциях
2.	Проведение контрольных работ в группе
3.	Доклад по дисциплине
4.	Защита лабораторных работ
5.	Зачет

Примерный перечень тем практических занятий

1. Физические основы радиационной химии.
2. Физические и химические методы дозиметрии в радиационной химии.
3. Радиолиз органических соединений.

Примерный перечень тем лабораторных занятий

1. Спектрофотометрические методы дозиметрии в радиационной химии.
2. Химическая дозиметрия: ферро-сульфатный дозиметр; цериевый дозиметр.
3. Твердотельные химические дозиметры.

Наименования и виды методических средств

№ п / п	Наименование	Вид
1.	Учебно-информационные материалы по теме лекций и семинарских занятий	Электронный файл- *.pdf
2.	Презентации	Электронный файл- *.ppt
3.	Тестовые задания	Электронный файл- *.doc
4.	Указания к лабораторным работам	Электронный файл- *. pdf

**ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ С ДРУГИМИ
ДИСЦИПЛИНАМИ СПЕЦИАЛЬНОСТИ**

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы по изучаемой дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Согласование с другими дисциплинами специальности не требуется			

Учебную программу разработали:

Старший преподаватель кафедры ядерной и радиационной безопасности
_____ А.Н. Скибинская