

Белорусский государственный университет

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

А. Л. Голстик

(подпись)

02.07.

(дата утверждения)

Регистрационный № УД-066 / уч.

ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАДИАЦИОННОЙ БИОЛОГИИ

Учебная программа для специальности

1-31 05 03 Химия высоких энергий

2017

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта высшего образования ОСВО 1-31 05 03-2013 и учебного плана специальности G 31-146/уч. «Химия высоких энергий».

Составитель:

О.И.Шадыро, д-р хим. наук, профессор, зав. кафедрой радиационной химии и химико-фармацевтических технологий БГУ

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой радиационной химии и химико-фармацевтических технологий БГУ
протокол № 12 от 12.06.2017 г.

Учебно-методической комиссией химического факультета БГУ
протокол № 7 от 14.06.2017 .

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Дисциплина «Химические основы радиационной биологии» входит в компонент учреждения высшего образования цикла специальных дисциплин (дисциплины по выбору студента) при подготовке специалистов-химиков по специальности «Химия высоких энергий» и призвана сформировать у студентов представление о закономерностях протекания радиационно-химических процессов и последствиях их реализации, механизмах радиационного воздействия на биологически важные соединения и целостный организм.

Характерной чертой научно-технического прогресса является использование технологий и аппаратов, которые являются источниками ионизирующих излучений. Расширение возможностей соприкосновения биообъектов с ионизирующими излучениями требует знаний о закономерностях протекания радиационно-индуцированных процессов и последствиях их реализации. Радиация, как установлено в многочисленных экспериментах, обладает выраженным биологическим действием, не имеющем себе равных по эффективности повреждения. Это является мощным стимулом к выявлению механизмов радиационного воздействия на организм, чему и посвящен настоящий курс.

Изучение дисциплины способствует дальнейшему освоению курсов «Биохимия», «Органическая химия», «Свободные радикалы в химии, биологии, медицине», «Радиационная химия», «Фармацевтическая химия».

Изучение дисциплины должно обеспечить понимание выпускником университета особенностей прямого и косвенного действия излучений на уровне молекул; формирование представлений о радиолизе водных растворов моно- и бифункциональных органических соединений, водных растворов сахаров, аминокислот, пептидов, белков; радиационно-индуцированных превращениях липидов, ДНК и ее компонентов; предоставить ему знания об основных теориях и представлениях о механизме биологического действия излучения; фармакохимической противолучевой защите организма, радиопротекторах и основных механизмах их действия.

В результате изучения дисциплины обучаемый должен

знать:

- основные понятия радиационной химии;
- отличительные особенности прямого и косвенного радиолиза;
- радиационно-химические превращения воды;
- основные закономерности радиолиза водных растворов биополимеров и их составляющих компонентов;
- основы радиобиологии клетки и целостного организма;
- взаимосвязь между структурой и эффективностью радиопротекторов.

уметь:

- использовать радиобиологическую информацию;

- оценить основные пути радиационно-химических превращений биомолекул;
- предложить научно-обоснованный выбор радиопротекторов;
- сформулировать причины радиобиологического парадокса.

владеть:

- знаниями, позволяющими оценить выраженность радиационных повреждений различных биологических систем в зависимости от поглощенной дозы, способов ее формирования и предложить возможные пути минимизации последствий действия радиации или усиления ее действия.

В результате изучения учебной дисциплины студент должен закрепить и развить следующие компетенции, предусмотренные образовательным стандартом высшего образования ОСВО 1-31 05 03-2013 «Химия высоких энергий»:

АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.

АК-2. Владеть системным и сравнительным анализом.

АК-3. Владеть исследовательскими навыками.

АК-4. Уметь работать самостоятельно.

АК-5. Быть способным порождать новые идеи (обладать креативностью).

АК-6. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.

АК-7. Иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером.

ПК- 1. Использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, анализировать перспективы и направления развития отдельных областей химической науки.

ПК-2. Принимать участие в научных исследованиях, связанных с совершенствованием и развитием химии и физико-химических методов исследования.

ПК-3. Формулировать цели и задачи научно-исследовательской деятельности, осуществлять ее планирование, принимать участие в подготовке отчетов и публикаций.

ПК-4. Применять методы прикладной квантовой химии, молекулярной динамики и математического моделирования для предсказания свойств химических систем и их поведения в химических процессах.

ПК-5. Формулировать и решать задачи, возникающие в процессе 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-7. В составе группы специалистов разрабатывать технологическую документацию, принимать участие в разработке стандартов и нормативов.

- ПК-8. Осуществлять поиск, систематизацию и анализ информации по перспективам развития отрасли, инновационным технологиям, проектам и решениям.
- ПК-9. Работать с научной, технической и патентной литературой, электронными базами данных.
- ПК-10. Оценивать конкурентоспособность и экономическую эффективность разрабатываемых технологий.
- ПК-11. Составлять договоры совместной деятельности по освоению новых технологий.
- ПК-12. Готовить проекты лицензионных договоров о передаче прав на использование объектов интеллектуальной собственности.
- ПК-13. Организовывать работу малых коллективов исполнителей для достижения поставленных целей.
- ПК-14. Контролировать соблюдение норм охраны труда, техники безопасности и противопожарной безопасности.
- ПК-15. Взаимодействовать со специалистами смежных профилей.
- ПК-16. Готовить доклады, материалы к презентациям и представлять на них.
- ПК-17. Пользоваться глобальными информационными ресурсами.
- ПК-18. Владеть основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, современными средствами телекоммуникаций.

Дисциплина преподается в 7 семестре четвертого курса. Общее количество часов для изучения дисциплины - 74 часа (1,5 зачетных единицы), аудиторных – 36 (20 – лекции, 10 – семинарские, 6 – УСР).

Форма получения высшего образования – очная.

Форма текущей аттестации – зачет.

СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Введение

Радиационная биология как предмет. Фундаментальная задача радиационной биологии. Радиобиологический парадокс – в чем его смысл? Структура радиационной биологии как комплексной дисциплины. Три этапа развития радиационной биологии.

Предмет, метод и основные задачи радиационной химии. Ионизирующее излучение и его виды. Взаимодействие излучений с веществом. Поглощенная доза. Мощность дозы. Радиационно-химические эффекты. Радиационно-химический выход.

2. Радиоллиз воды и водных растворов

2.1. Радиоллиз воды. Радикальные продукты радиоллиза воды, их свойства. Гидратированный электрон, механизм образования и его свойства. Косвенный и прямой радиоллиз.

Взаимодействие радикальных продуктов радиоллиза воды с органическими веществами. Свободные органические радикалы и их свойства. Основные реакции органических радикалов.

2.2. Радиоллиз водных растворов монофункциональных органических соединений (спирты, амины, альдегиды).

Радиоллиз водных растворов бифункциональных органических соединений (α -диола и их эфиры, аминспирты, аминокислоты).

3. Молекулярная радиационная биология

3.1. Структурная организация клетки. Химический состав клетки.

Радиолитические превращения углеводов в водных растворах. Основные типы радиолитических превращений моносахаридов. Радиоллиз различных полисахаридов.

3.2. Действие ионизирующих излучений на водные растворы нуклеозидов. Взаимодействие продуктов радиоллиза воды с составляющими нуклеозидов. Радиационно-индуцированный разрыв фосфоэфирной связи в нуклеотидах. Основные закономерности радиационно-химических превращений нуклеиновых кислот. ДНК и РНК: одиночный и двойной разрывы цепи; модификация азотистых оснований, элиминирование азотистых оснований, модификация сахарного фрагмента. Отличительные особенности радиоллиза ДНК и РНК.

3.3. Радиационные превращения пептидов и их составляющих. Основные закономерности радиоллиза аминокислот в водных растворах. Окислительное и восстановительное дезаминирование аминокислот. Радиационно-индуцированное декарбоксилирование аминокислот. Влияние строения аминокислот на направленность их радиоллиза. Радиационно-индуцированный разрыв пептидной связи – возможные механизмы. Сшивка белковых молекул при облучении.

3.4. Радиоллиз водных растворов липидов и моделирующих их соединений. Радиационно-химические превращения глицерина и глицеро-1-фосфата в водных растворах. Радиоллиз водных дисперсий высших ненасыщенных карбоновых кислот. Радиационно-индуцированное перекисное окисление липидов. Радиационно-индуцированная фрагментация липидов.

4. Радиобиология клетки

Задержка деления клеток в зависимости от дозы облучения. Летальные и нелетальные лучевые реакции клетки. Формы клеточной гибели и их наиболее вероятные причины. Правило Бергонье-Трибондо. Репродуктивная и интерфазная гибель клеток: основные отличия. Кривая выживаемости клеток как способ количественной регистрации зависимости эффекта от дозы: LD_{50} , $LD_{50/30}$, D_0 , D_{37} . Внутриклеточная репарация. Механизмы радиационного повреждения клеток. Кислородный эффект.

5. Теоретические представления о механизме биологического действия ионизирующих излучений

Принципы попадания и мишени. Стохастическая теория. Вероятностная модель радиационного поражения клетки. Гипотеза липидных радиотоксинов и цепных реакций. Структурно-метаболическая теория.

6. Радиочувствительность

Диапазон различий радиочувствительности в природе. Радиочувствительность – синоним радиопоражаемости и альтернатива радиоустойчивости (радиорезистентности). Необходимость адекватных критериев оценки сравнительной радиочувствительности и ее методологическое значение.

7. Радиобиология организма

Радиационные синдромы. Костный мозг – типичный пример системы клеточного обновления. Относительность понятия тканевой радиочувствительности.

Лучевая болезнь человека. Фаза первичной общей реакции. Фаза кажущегося клинического благополучия. Фаза выраженных клинических проявлений. Фаза раннего восстановления.

8. Защита организма от ионизирующих излучений

Механизмы противолучевой защиты. Основные классы химических соединений радиозащитного действия. Антиоксиданты в радиобиологии. Оценка радиозащитного действия.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ

№ разделов и тем	Наименование разделов и тем	Количество аудиторных часов					УСР Количество часов	Формы контроля знаний
		Лекции	Практические	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3			4	5	6	7
1.	Введение.	2		2	-		-	Устный опрос
2.	Радиолиз воды и водных растворов	4		2	-		-	
2.1	Радиолиз воды. Основные реакции органических радикалов.	2			-	-	-	Устный опрос
2.2	Радиолиз водных растворов моно- и бифункциональных органических соединений	2		2	-		-	Устный опрос
3.	Молекулярная радиационная биология	8		6	-		-	
3.1	Структурная организация клетки. Химический состав клетки. Радиолитические превращения углеводов в водных растворах. Основные типы радиолитических превращений моносахаридов. Радиолиз различных полисахаридов	2		2	-		-	Устный опрос
3.2	Действие ионизирующих излучений на водные растворы нуклеозидов. Основные закономерности радиационно-химических превращений нуклеиновых кислот. Отличительные особенности радиолиза ДНК и РНК.	2		2	-		-	Устный опрос
3.3	Радиационные превращения пептидов и их составляющих. Основные закономерности радиолиза аминокислот в	2			-	-	-	Устный опрос

	водных растворах							
3.4	Радиолиз водных растворов липидов и моделирующих их соединений.	2		2	-		-	Устный опрос
4.	Радиобиология клетки.	2			-	-	2	реферат
5.	Теоретические представления о механизме биологического действия ионизирующих излучений.	2			-	-	2	реферат
5.	Радиочувствительность.							
7.	Радиобиология организма.	2			-	-	2	реферат
8.	Защита организма от ионизирующих излучений.							
		20			-	10	6	

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Рекомендуемая учебная литература

1. Ярмоненко С.П. Радиобиология человека и животных. – М.: Высшая школа, 1988.
2. Кудряшов Ю.Б., Беренфельд Б.С. Основы радиационной биофизики. – М.: МГУ, 1982.
3. Шарпатый В.А. Радиационная химия биополимеров. – М.: Энергоиздат, 1981.
4. C. von Sonntag. Chemical bases of radiation biology. London: Taylor & Francis, 1987.
5. Владимиров В.Г., Красильников И.И., Арапов О.В. Радиопротекторы: структура и функции. – Киев: Наукова думка, 1989.
6. Козлов В.Ф. Справочник по радиационной безопасности. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 352 с.
7. Варфоломеев С.Д., Гуревич К.Т. Биокинетика. Практический курс. – М.: ФАИР-ПРЕСС, 1999. – 720 с.
8. Ярмоненко С.П., Вайнсон А.А. Радиобиология человека и животных. – М.: Высшая школа, 2004. – 549 с.

ПЕРЕЧЕНЬ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ

1. Устный опрос по темам 1-3.
2. Устная защита рефератов.
3. Устный зачет по дисциплине.

МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ ИТОГОВОЙ ОЦЕНКИ

Итоговая оценка формируется на основе трёх документов:

1. Правила проведения аттестации (Постановление №53 от 29.05.2012 г.).
2. Положение о рейтинговой системе БГУ (ред. 2015 г.).
3. Критерии оценки студентов (10 баллов).

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ

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
1. Органическая химия	Кафедра органической химии	Без изменений в содержании учебной программы	Программа согласована, протокол № 12 от 12.06.2017 г.
2. Свободные радикалы в химии, биологии, медицине	Кафедра радиационной химии и химико-фармацевтических технологий	Без изменений в содержании учебной программы	Программа согласована, протокол № 12 от 12.06.2017 г.
3. Биохимия	Кафедра химии высокомолекулярных соединений	Без изменений в содержании учебной программы	Программа согласована, протокол № 12 от 12.06.2017 г.
4. Радиационная химия	Кафедра радиационной химии и химико-фармацевтических технологий	Без изменений в содержании учебной программы	Программа согласована, протокол № 12 от 12.06.2017 г.
5. Фармацевтическая химия	Кафедра радиационной химии и химико-фармацевтических технологий	Без изменений в содержании учебной программы	Программа согласована, протокол № 12 от 12.06.2017 г.

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

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ

на ____/____ учебный год

№ п/п	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
_____ (протокол № ____ от _____ 201_ г.)
(название кафедры)

Заведующий кафедрой

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

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

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