

Белорусский государственный университет

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

А.Л.Толстик

28.07.2016

Регистрационный № УД-2678/уч.



ЭФФЕКТЫ МАЛЫХ ДОЗ ИЗЛУЧЕНИЯ

Учебная программа для специальности:

1-31 05 03

Химия высоких энергий

2016 г.

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» - от 30.05.2013

Составители: Е.П.Иванов, докт. мед. наук, профессор кафедры радиационной химии и химико-фармацевтических технологий

Рекомендована к утверждению:

Кафедрой радиационной химии и химико-фармацевтических технологий БГУ (протокол № 9 ____ от 11. 04. 2016 __);

Научно-методическим Советом Белорусского государственного университета (протокол № 05 ____ от 05. 05 . 2016).

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная дисциплина «Эффекты малых доз излучения» входит в состав компонента УВО цикла специальных дисциплин и читается студентам 4-го курса, готовящимся для работы в области ядерной энергетики, химии высоких энергий и радиационной экологии.

Раздел по пороговому и беспороговому эффекту малых и сверхмалых доз низкой мощности, с которыми сотрудники АЭС и населения особенно после аварий на Чернобыльской и Фукусимской АЭС, имеют постоянный контакт, требует специального освещения для грамотной повседневной организации практической работы специалиста на различных этапах ядерного цикла, обеспечения полноценной радиационной безопасности и преодоления радиофобического синдрома. Последнее крайне важно для психологической стабильности работников АЭС и ликвидаторов, особенно в экстремальных ситуациях при незапланированных авариях и ликвидации психосоматических последствий в поставарийных периодах.

Несмотря на повсеместную актуальность проблемы малых доз, до сих пор обобщённых материалов по этому важному разделу эффектов ионизирующей радиации не существовало. До недавнего времени мировоззренческой парадигмой в классической радиобиологии, имевшей солидное экспериментальное и клиническое подтверждение при больших дозовых нагрузках (более 0,5-1,0 гр), была принята монотонная пропорциональная зависимость «доза – эффект»: чем выше доза, тем выше биологический эффект её влияния. При этом устанавливается некоторый порог радиационного воздействия, ниже которого отрицательных влияний на организм не отмечалось, тем самым влияние малых доз облучений, отличающихся от естественного фона (2,34 мГр) всего в 2-4 раза, выпадало из рассмотрения. Однако после Чернобыльской катастрофы, когда человечество стало хронически облучаемым именно такими дозами радиации, а «горячие частицы» остаются в лёгких сотен тысяч пострадавших от аварии, и многочисленными исследованиями в разных странах было доказано увеличение частоты различных соматических и психических заболеваний в постчернобыльском периоде, наблюдаемые эффекты стали связывать с радиацией малыми дозами малой мощности.

Ранее работами Н.М.Эмануэля и Е.Б.Бурлаковой, А.Петко (1971 г.) было положено развитие фундаментальной общебиологической теории мощного действия малых доз радиации на организм животных и человека. А.Петко подтвердил, что эффект ионизирующих воздействий малых доз можно отнести к частному случаю теории цепных реакций Н.Н.Семёнова, охватывающей и объекты живой природы, в частности, широко распространённые в организмах

липидные структуры. Было показано, что при действии малых доз радиации (0,7 рад) на искусственные фосфолипидные мембраны вызывается такой же разрушительный эффект в мембранах, какой возникает при высоких дозах (3500 рад) облучения.

Вместе с тем, в последнее время на живых организмах, представляющих собой открытые системы, доказана ещё одна особенность радиационного воздействия облучения в малых дозах - возможность регулируемого и саморегулируемого реагирования биологических объектов в отличие от реакций пассивных мишеней. Малые и сверхмалые дозы ионизирующей радиации вызывают в живых структурах организма «активный ответ», когда радиационное облучение на данном уровне организации клеточных структур инициирует механизм(ы) противодействия, что в итоге уменьшает вред радиационного вмешательства. Это проявляется в интенсификации таких процессов, как инаktivация свободных радикалов, репарация двойных разрывов ДНК, элиминация хромосомных aberrаций, восстановление нормального функционирования клетки, развитие радиорезистентности с ослаблением последующего вредного воздействия ионизирующей радиации в больших дозах (адаптивный ответ), устранение трансформированных клеток, предрасположенных к злокачественному росту, за счёт усиления иммунного надзора.

Актуальность изучения проблемы малых доз сформулирована в 1994 году в материалах НКДАР ООН по биологическому эффекту ионизирующего облучения низкого уровня при малой мощности дозы.

Программа курса составлена с использованием программных документов МКРЗ, МАГАТЭ, НКРЗ, НКДАР ООН, ВОЗ, НРБ-76/87, ОСП-87.

Дисциплина «Эффекты малых доз излучения» является специальным курсом и предназначена для студентов специализации «Химия высоких энергий» химического факультета БГУ.

Основной целью освоения дисциплины является приобретение знаний в области современных теорий о химических механизмах высоких энергий в формировании индивидуальной и популяционной радиочувствительности организмов, повреждении и репарации генетических и соматических структур клетки и создании более обоснованной системы радиационной безопасности в ядерной энергетике, ядерной медицине и промышленном радиоллизе.

В связи с этим в **задачи курса** входит рассмотрение основ следующих разделов:

- малые дозы и малые мощности доз ионизирующей радиации: регламентация диапазонов, критерии их формирования и реалии XXI века;
- общие подходы к определению малых, сверхмалых, средних и больших доз ионизирующей радиации;
- микродозиметрическая теория малых доз радиации; радиобиологическое и медицинское (эпидемиологическое) понятия - «малые дозы радиации»;
- радиационный фон земли и формирование естественного радиационного поля человеческого организма как важнейшей компоненты его гомеостаза;

- естественные радионуклиды как активные метаболиты окружающей среды и функционирования жизненно важных систем человеческого организма;
- радиобиологические эффекты воздействия малых доз радиации на клеточном уровне – механизмы повреждения и репарации ДНК, признаки адаптации клеток,
- соотношение доза-эффект, летальность и трансформация клеток, детерминистские и стохастические эффекты.

В результате изучения дисциплины студент :

должен знать:

- теоретические и практические основы пороговой и беспороговой теории действия малых доз ионизирующих излучений малой мощности как естественного, так и антропогенного генеза на биоценозы, их отрицательные и благоприятные эффекты;
- механизмы синергического взаимодействия ионизирующей радиации других техногенных и естественных факторов;
- этапы канцерогенеза, реакции гуморального и клеточного иммунитета (адаптивная реакция организма, эффект свидетеля и нестабильности генома), эпидемиологические данные по канцерогенезу в условиях хронической радиации малыми дозами;
- молекулярно-генетические механизмы наследуемых заболеваний и влияние на эмбрион хронического воздействия малых доз ионизирующей радиации.

Уметь:

- оценивать реальные и потенциальные как опасность (вред), так и благоприятные эффекты различных видов ионизирующих излучений;
- правильно рассчитывать и оценивать причинно-следственную закономерность абсолютных и относительных рисков малых доз радиации в радиационном канцерогенезе (прежде всего, лейкоз и рака щитовидной железы у детей), генетической и соматической патологии с обязательным использованием 9 постулатов Хилла и многофакторного анализа на базе когортных и case-control исследований;
- интерпретировать результаты исследований биологической дозиметрии для выявления в результате действия малых доз ионизирующих излучений радиационно-индуцированных геномных, хромосомных и генных мутаций в соматических и генеративных (герминальных) клетках;
- проводить квалифицированный анализ результатов мониторинга радионуклидной обстановки в Беларуси в целом, так и вокруг АЭС, ядерных установок, производств ядерного топлива и изотопов, радиоиммунных лабораторий.

Понимать:

- физиологическую необходимость ионизирующей радиации для нормальной жизнедеятельности организма;

- отличие характера метаболизма в почвах, растительности, организмах, спектрах и энергии излучений от источников ядерного происхождения от метаболизма естественных излучателей этого ряда (K-40, U-238, TH-232);
- пагубность последствий искусственной выемки радиогенных реакций из всего спектра экосистемных взаимодействий, неучтённость «чистоты» радиационного фактора.

ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ

Специалист должен :

- АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания о радиации и химических реакциях высоких энергий и для решения теоретических и практических задач.
- АК-2. Уметь проводить сравнительный анализ последствий воздействия факторов радиационных и нерадиационных технологий для формирования объективной оценки роли ионизирующих излучений в канцерогенезе и наследственной патологии.
- АК-3. Уметь работать самостоятельно и правильно оценивать процессы в веществе, происходящие под действием ускоренных электронов, протонов и ионов, быстрых и медленных нейтронов, позитронов, мюонов, пионов, атомов и молекул при сверхзвуковых скоростях и т.п.
- ПК-1. Постоянно анализировать информацию по химии высоких энергий и результаты использования её в исследовательской и практической деятельности.
- ПК-2. Участвовать в научных исследованиях, связанных с совершенствованием и развитием химии высоких энергий.
- ПК-3. Формулировать цели и задачи научных исследований, их планирование, принимать участие в подготовке отчётов и публикаций.
- ПК-15. Взаимодействовать со специалистами смежных профилей.

Программа устанавливает объём необходимого изучению материала и определяет уровень подготовки обучаемого, необходимый для квалифицированного использования отечественных и иностранных источников по проблеме радиоэкологических эффектов ионизирующих излучений заряженных частиц высоких энергий в радиологических и радиохимических производствах.

При изучении данного курса реализуются такие формы занятий как лекции, семинары и самостоятельная работа, а также выполнение научно-исследовательской работы и участие в научных конференциях и семинарах.

Контроль самостоятельной работы студентов осуществляется в ходе текущего и итогового контроля знаний в форме устного опроса, коллоквиумов, письменных контрольных работ и обзорных рефератов по материалам текущей научной информации, материалов из интернета, международных конгрессов по радиологической биологии, экологии и эпидемиологии.

Курс преподаётся в V11 семестре в объёме : всего 72 часа, в том числе аудиторных - 42 часа : 28 час.- лекций, 10 часов - семинарские занятия, 4 часа - УСР.

Форма контроля знаний – зачёт.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Раздел 1. Радиоактивность как экологический фактор окружающей среды.

Тема 1.1 Введение. Краткая история открытия радиоактивности. Сущность явления радиоактивности.

Тема 1.2 Радиоактивность как экологический фактор. Типы радиоактивных превращений ядер. Основной закон радиоактивного распада

Раздел 2. Радиационный фон Земли и формирование естественного радиационного поля человеческого организма.

Тема 2.1 Первичные и космические радионуклиды. Формирование естественного радиационного поля человеческого организма в онтогенезе как важнейшая составная его гомеостаза. Природные (естественные) радионуклиды как активные метаболиты окружающей среды и функционирования жизненно важных систем живого.

Тема 2.2 Классификация ионизирующих излучений, их свойства. Деление ионизирующих излучений (ИИ) на электромагнитные (ЭМИ-рентгеновское, синхротронное и гамма-излучение), корпускулярные и нейтронные. Энергия квантов ЭМИ, световых и солнечных лучей. Излучения радионуклидов: гамма-, бета-, альфа- и нейтронная радиация. Зависимость проникающей способности ИИ от энергии квантов, ЭМИ и плотности ткани.

Тема 2.3 Механизм передачи энергии ЭМИ: фотоэлектрический эффект, комптон-эффект и образование электрон–позитронных пар. Редко- и плотноионизирующие излучения.

Линейная потеря энергии (ЛПЭ). Зависимость ЛПЭ от энергии и скорости движения частиц в веществе. Кривая Брэга. Нейтроны и наведённая радиоактивность.

Раздел 3. Виды доз ионизирующего излучения.

Тема 3.1 Доза облучения. Мера радиоактивности источника излучения. Удельная активность. Виды доз, их сущность и обозначения. Поглощённая доза. Мощность поглощённой дозы. Эквивалентная доза. Мощность эквивалентной дозы. Эффективная эквивалентная доза. Коллективная эквивалентная доза. Керма. Мощность кермы. Экспозиционная доза излучения. Мощность экспозиционной дозы. Системные (СИ) и внесистемные единицы.

Тема 3.2 Дозы облучения населения Земли от различных природных и техногенных источников. Изотопный состав природных радионуклидов калия,

урана и тория. Поступление, распределение и выведение из организма, связь с радиогенной патологией

Раздел 4. Малые дозы ионизирующего излучения

Тема 4.1 Общие подходы к определению малых, сверхмалых доз малой мощности, средних и больших доз ионизирующей радиации: регламентация диапазонов, критерии их формирования и реалии XXI века.

Тема 4.2 Микродозиметрическая теория малых доз радиации; радиобиологическое и медицинское (эпидемиологическое) понятия «малые дозы радиации», их научно-практическое значение.

Раздел 5. Природа и энергия ионизирующих излучений.

Тема 5.1 Соотношение параметров энергии внутримолекулярных связей и энергии ионизирующих излучений.

Распространение различных видов ИИ в окружающей среде и биологических тканях.

Биологические проявления действия ИИ. Поглощаемые дозы ИИ основными органами человека в течение жизни. Радиочувствительность различных органов. Правило Бергонье-Трибондо.

Тема 5.2 Оценка опасности радиационных воздействий. Внешнее и внутреннее облучение. Безопасные уровни и особенности биологического действия инкорпорированных радионуклидов.

Раздел 6. Механизм канцерогенного действия радиации

Тема 6.1 Влияние облучения на структуру макромолекул ДНК. Радиационное повреждение первичной и вторичной структуры ДНК. Лучевое повреждение нуклеопотеидов и ДНК-мембранных комплексов. Репарация ДНК.

Тема 6.2. Молекулярные механизмы радиационно-индуцированной гибели клеток. Влияние различных доз ИИ на апоптоз и некроз. Репродуктивная гибель клетки.

Тема 6.3 Биодозиметрия повреждения генома и оценка кумулятивной дозы. Регистрация стабильных и нестабильных хромосомных aberrаций. Выявление генных мутаций.

Раздел 7. Особенности и механизмы радиационного мутагенеза. Прямое и косвенное действие радиации.

Тема 7.1 Генетические последствия действия ИИ. Радиационно-индуцированные геномные, хромосомные и генные мутации в соматических и генеративных (герминальных) клетках. Медицинские последствия облучения

родителей и при внутриутробном облучении малыми дозами . Истинные и мнимые риски радиационного воздействия. Пороки развития, перинатальная смертность, младенческая и общая смертность на фоне действия чернобыльских радионуклидов в малых дозах малой мощности.

Тема 7.2 Индукция генетической нестабильности в отдалённые сроки после облучения. Точечные мутации. Роль радиационного фактора в развитии онкологической, соматической и генетической заболеваемости у облучённого населения.

Контролируемые и неконтролируемые уровни облучения человека. Детерминистские (пороговые) и стохастические (вероятностные, беспороговые) эффекты.

Раздел 8. Опыт крупных ядерных аварий. Сравнительные ближайшие и отдалённые эффекты больших и малых доз ионизирующих излучений

Тема 8.1. Характер облучения ионизирующей радиацией и формирование доз облучения в результате ядерных взрывов в Хиросиме и Нагасаки, авариях на Чернобыльской АЭС и АЭС Фукусима-1. Формирование и динамика дозовых нагрузок в Японии и Беларуси после ядерных катастроф.

Тема 8.2 Дозы общего облучения и заболеваемость населения в период 1986-1989 гг. после аварии на ЧАЭС, проживавшего в районах с уровнем загрязнения территории по цезию-137 свыше 555 кБк/кв.м. Сравнение среднего содержания цезия-137 из чернобыльских выпадений, осадков после ядерных испытаний и природных радионуклидов в 10-сантиметровом слое почвы Беларуси и странах Центральной Европы, полученных доз облучения и уровней генетической и соматической заболеваемости.

Раздел 9. Радиационный гормезис.

Тема 9.1. История вопроса. Сущность явления. Естественный радиационный фон и гормезис. Механизмы адаптации к радиации: экспериментальные и клинические данные.

Тема 9.2 Последствия действия малых доз радиации после атомной бомбардировки Хиросимы и Нагасаки. Профессиональное облучение, связанное с малыми дозами радиации. Уровень облучения ликвидаторов последствий аварии на ЧАЭС, характер их заболеваемости и причины инвалидизации и смертности. Гормезис и малые дозы Чернобыльской радиации.

Тема 9.3 Радиационный канцерогенез и радиационная защита. Уровень облучения населения газоаэрозольными выбросами и от жидких сбросов АЭС с реакторами ВВЭР-1000, ВВЭР-440, РБМК, PWR и LWR. Проект «АЭС – 2006» - радиационное воздействие на окружающую среду и здоровье населения. Онкозаболеваемость населения, проживающего вблизи АЭС, во Франции,

Финляндии, Англии, Германии, и малые и сверхмалые дозы техногенной ионизирующей радиации.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов			УСРКоличество часов	Материальное обеспечение занятия	знанийФормы контроля
		Лекции	Семинарские занятия	Лабораторные занятия			
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Раздел 1.Радиоактивность как экологический фактор окружающей среды Тема 1.1 Введение. Краткая история открытия радиоактивности. Сущность явления радиоактивности. Тема 1.2 Радиоактивность как экологический фактор.Типы радиоактивных превращений ядер.	2				Компьютерная презентация Аудиофильм	Экспресс опрос базисных знаний по программе курса
	Раздел 2. Радиационный фон Земли и формирование естественного радиационного поля человеческого организма.						

2	Тема 2.1 Классификация природных радионуклидов: первичные и космогенные. Радионуклиды естественного происхождения и продукты их распада как неотъемлемая составная организма человека.	2				Компьютерная презентация Аудиофильм	Опрос
	Тема 2.2 Деление ИИ на электромагнитные, корпускулярные и нейтронные. Тема 2.3 Механизм передачи энергии ЭМИ. Линейная потеря энергии.	2					
3	Раздел 3. Виды доз ионизирующего излучения Тема 3. 1 Мера радиоактивности источника излучения. Удельная активность. Доза облучения. Виды доз, их сущность и обозначения. Системные (СИ) и внесистемные единицы. Тема 3.2 Дозы облучения населения Земли от различных природных и техногенных источников.	2				Компьютерная презентация Схемы, таблицы	Опрос
4	Раздел 4. Малые дозы ионизирующего излучения Тема 4.1 Общие подходы к определению малых, сверхмалых доз малой мощности, средних и					Электронный вариант лекции	

	больших доз ионизирующей радиации. Регламентация диапазонов, критерии их формирования и реалии XX1 века. Тема 4.2Микродозиметрическая теория малых доз радиации; радиобиологическое и медицинское (эпидемиологическое) понятия «малые дозы радиации», их научно-практическое значение.	2	2			Схемы Таблицы	Письменные отчёты по аудиторным практическим упражнениям
	Раздел 5. Природа и энергия ионизирующих излучений.				2	Компьютерная презентация	Письменные отчёты по домашним заданиям
5	Тема 5.1 Соотношение параметров энергии внутримолекулярных связей и энергии ионизирующих излучений. Распространение различных видов ИИ в окружающей среде и биологических тканях.	2				Компьютерная презентация	Опрос
	Биологические проявления действия ИИ. Поглощаемые дозы ИИ основными органами человека в течение жизни. Радиочувствительность различных органов. Правило Бергонье-Трибондо.						
	Тема 5.2 Оценка опасности радиационных воздействий. Внешнее и внутреннее облучение.	2	2			Компьютерная презентация	Опрос

	Безопасные уровни и особенности биологического действия инкорпорированных радионуклидов.						
6	Раздел 6.Механизм канцерогенного действия радиации Тема 6.1. Влияние облучения на структуру макромолекул ДНК. Радиационное повреждение первичной и вторичной структуры ДНК. Лучевое повреждение нуклеопротеидов и ДНК-мембранных комплексов. Репарация ДНК.	2				Схемы, таблицы	Опрос
	Тема 6.2. Молекулярные механизмы радиационно-индуцированной гибели клеток. Влияние различных доз ИИ на апоптоз и некроз. Репродуктивная гибель клетки.	2				Компьютерная презентация	Опрос
	Тема 6.3. Биодозиметрия повреждения генома и оценка кумулятивной дозы. Регистрация стабильных и нестабильных хромосомных aberrаций. Выявление генных мутаций.	2				Электронный Материал и аудиофильм	Опрос
7	Раздел 7. Особенности и механизмы радиационного мутагенеза.Прямое и косвенное действие радиации. Тема 7.1 Генетические последствия действия ИИ. Особенности и механизмы радиационного мутагенеза. Прямое и косвенное действие радиации. Радиационно-индуцированные	2	4			Компьютерная презентация	Устные доклады

	геномные, хромосомные и генные мутации в соматических и генеративных(герминальных) клетках. Тема 7.2 Индукция генетической нестабильности в отдалённые сроки после облучения. Точечные мутации.	2					студентов
8	Раздел 8. Опыт крупных ядерных аварий. Сравнительные ближайшие и отдалённые эффекты больших и малых доз ионизирующих излучений. Тема 8.1 Характер облучения ионизирующей радиацией и формирование доз облучения в результате ядерных взрывов в Хиросиме и Нагасаки, авариях на Чернобыльской АЭС и АЭС Фукусима-1. Тема 8.2 Формирование и динамика дозовых нагрузок в Японии и Беларуси после ядерных катастроф. Роль радиационного фактора в развитии онкологической, соматической и генетической заболеваемости у облучённого населения.	2				Компьютерная презентация	Опрос
	Раздел 9. Радиационный гормезис. Тема9. 1. История вопроса. Сущность явления. Естественный радиационный фон и гормезис.						

Механизмы адаптации к радиации: экспериментальные и клинические данные. Тема 9.2 Последствия действия малых доз после атомной бомбардировки Хиросимы и Нагасаки. Профессиональное облучение, связанное с малыми дозами радиации. Гормезис и малые дозы Чернобыльской радиации	2	2				Схемы, таблицы	Опрос
Тема 9.3. Радиационный канцерогенез и радиационная защита. Медицинские последствия облучения родителей и при внутриутробном облучении. Истинные и мнимые риски радиационного воздействия.	2				2	Компьютерная презентация, таблицы	Контрольная работа

ИНФОРМАЦИОННАЯ ЧАСТЬ

Рекомендуемая учебная ЛИТЕРАТУРА

Основная :

1. Булдаков Л.А., Калистратова В.С. Радиоактивное излучение и здоровье. - М.: Информ-атом, 2003. -165 с.
2. Гергалов В.И., Петряев Е.П. Радиация, жизнь и окружающая среда: Уч. пособие. - Мн.: Нар. асвета, 1994. - 159 с.
3. Гофман Дж. Чернобыльская авария (Low-Dose exposure). - Мн.: Высшая школа, 1994. - 574 с.
4. Иванов В.К., Каприна А.Д. Медицинские радиологические последствия Чернобыля. – М.: ГЕОС, 2015. - 450 с.
5. Иванов Е.П. и соавт. Радиационный гормезис, малые дозы и заболеваемость острой лейкемией детей Беларуси: 20 лет после аварии на Чернобыльской АЭС. В кн. Медико-социальная экология личности: состояние и перспективы. - Мн.: Изд. центр БГУ, 2007. - с.119-121.
6. Котеров А.Н. Малые дозы и малые мощности доз ионизирующей радиации : регламентация диапазонов, критерии их формирования и реалии XXI века. Мед. радиология и радиационная безопасность, 2009. Том 54. № 3. - С.5-26.
7. Кузин А.М. Проблемы малых доз и идеи гормезиса в радиобиологии / Радиобиология, 1991 - Т. 31. - Вып.1. - С.16-21.
8. Кузин А.М. Возможные механизмы участия природного радиационного фона (ПРФ) в стимуляции деления клеток / Рад. биология. Радиэкол., 1993. - Т.34. - Вып 3. - С.398-401.
9. Пивоваров Ю.П. Радиационная экология: Уч. пособие. - М.: Изд. центр «Академия», 2004. - 240 с.
10. Радиация и патология: Учеб. пособие / А.Ф. Цыб и др. / Под общ. ред. А.Ф. Цыба – М.: Высш. шк., 2005. - 341 с.
11. Сахаров В.К. Радиозэкология : Уч. пособие. - СПб.: Лань, 2006. - 320 с.
12. Стожаров А.Н. и др. Радиационная медицина: уч. пособие. Изд. 2-е. - Мн.: БГМУ, 2002. - 143 с.
13. Яблоков А.В. и соавт. Чернобыль : последствия катастрофы для человека и природы. Киев, 2011, 592 с.

Дополнительная :

1. Е.Б. Бурлакова. Чернобыль, малые дозы радиации и наноструктуры. В кн. Радиация и Чернобыль : наука и практика - Мн. 2011. - С.18-21.
2. Иванов Е.П. Проблемные вопросы эффектов малых и больших доз ионизирующей радиации в свете последствий Чернобыльской и Фукусимской катастроф и атомной бомбардировки в Японии. В кн. Малые дозы. - Мн: Ин-т радиобиологии, 2012. - С.54-56. .

ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА СЕМИНАРОВ

1. Радиоактивность как экологический фактор. Классификация ионизирующих излучений. Мера радиоактивности. Доза облучения.

2. Формирование естественного внутреннего радиационного поля человеческого организма и его роль в онтогенезе. Радионуклиды природного происхождения в теле человека, их обмен и участие в ферментативных и энергетических системах метаболизма. Электроны как «энергетическая» валюта организма.

3. Общие подходы к определению малых, сверхмалых, средних и больших доз ионизирующей радиации. Микродозиметрическая теория малых доз радиации; радиобиологическое и медицинское понятия «малые дозы» И.И.

4. Биологические проявления действия ионизирующих излучений низких уровней и малой мощности. Природа и энергия И.И. Редко- и плотноионизирующие излучения. Линейная потеря энергии (ЛЭП). Радиочувствительность.

5. Апоптоз, различные виды клеточной гибели и малые дозы И.И. Оценка опасности радиационных воздействий. Молекулярные механизмы радиационно-индуцированной гибели клетки.

6. Генетические последствия действия и.и. Особенности и механизмы радиационного мутагенеза. Радиационно-индуцированные геномные, хромосомные и генные мутации в соматических и половых клетках.

7. Формирование дозовых нагрузок на население Республики Беларусь после Чернобыльской аварии. Миграция чернобыльских радионуклидов в биосфере: гидросфере, литосфере и особенности распространения по пищевой цепочке дозообразующих радионуклидов (J-131, Cs-137, Sr-90, Pu-239, Am-241, C-14, H-3, “горячие частицы”).

8. Пороговая и беспороговая теории действия И.И. на организм человека. Детерминистские и стохастические эффекты И.И. Радиационная заболеваемость после атомной бомбардировки Хиросимы и Нагасаки, аварии на Чернобыльской АЭС и Фукусиме- 1. Последствия мгновенного действия радиации и хронического радиационного облучения в малых дозах.

9. Гормезис и природный радиационный фон. Оценка опасностей и благоприятных эффектов природной радиации. Эффекты малых доз и.и. техногенного происхождения. Динамика коллективных и индивидуальных доз в РБ после аварии на ЧАЭС и корреляция её с уровнем заболеваемости населения Республики Беларусь.

Тематика реферативных работ:

1. Радиация как составляющая часть окружающей среды.
2. Аномальные естественные и антропогенные территории повышенной радиоактивности.
3. Аварийное радиоактивное загрязнение среды.
4. Дозы радиации и их количественная характеристика.
5. Малые и большие дозы ионизирующей радиации. Их воздействие на организм человека. Эффекты общего и локального облучения И.И.
6. Биологические эффекты И.И. Пороговые и беспороговые уровни И.И.
7. Явление гормезиса и адаптивный эффект хронического облучения радионуклидами.
8. Радиоактивное излучение и радиоактивный распад (радиоактивные превращения)
9. Радиочувствительность органов человека.
10. Детерминистские эффекты И.И.
11. Стохастические эффекты И.И.
12. Единицы, применяемые для оценки воздействия И.И. на организм. Сущность соматического, соматико-стохастического и генетического воздействия ионизирующей радиации.
13. Изотопы, определяющие внутреннее облучение человека.
14. Хромосомные абберации и их диагностическое значение.
15. К-40 как бета и гамма-излучатель. Механизм появления нейтрино при распаде К-40.
16. Лучевая болезнь человека. Признаки лучевой болезни 1,2 и 3-й степени и дозы радиации, при которых она проявляется.
17. Проект «АЭС-2006»: радиационное воздействие на окружающую среду.
18. Тритий. Радиоактивная характеристика. Метаболизм при попадании в организм человека. Методы мониторинга радионуклида.
19. Иод-131. Радиоактивная характеристика радионуклида. Метаболизм в организме. Органы-мишени для радионуклида.
20. Цезий-137. Радиоактивная характеристика. Метаболизм в организме человека. Пути и сроки выведения из организма.
21. Стронций-90. Радиоактивная характеристика. Пути попадания и выведения из организма. Механизм воздействия на органы и ткани организма.
22. Выброс радионуклидов при аварии на ЧАЭС и проблема внутреннего облучения.
23. Мутагенное воздействие ИИ на организм человека.
24. Авария на ЧАЭС и поражение щитовидной железы у детей РБ.
25. Радиационный канцерогенез.

Примерный перечень заданий УСР

1.Раздел 1. Радиактивность как экологический фактор.

Тема 1.2 Типы радиоактивных превращений ядер.Основной закон радиоактивного распада.

2. Раздел 2. Радиационный фон Земли и формирование естественного радиационного поля человеческого организма.

Тема 2.2 Классификация и характеристика ионизирующих излучений.Энергия квантов ЭМИ, световых и солнечных лучей.Характеристика излучений радионуклидов. Природные радионуклиды

3.Раздел 3.Виды доз ионизирующего излучения

Тема 3.1Доза облучения. Общие подходы к определению малых, сверхмалых, средних и больших доз ИИ. **Тема 3.2** Дозы облучения населения Земли от различных природных и техногенных источников. Природа и энергия ИИ. Биологические эффекты ИИ. Оценка опасности радиационных воздействий

4.Раздел 6. Механизмы канцерогенного действия радиации.

Тема 6.2 Молекулярные механизмы радиационно-индуцированной гибели клеток. **Тема 6.3.**Биодозиметрия повреждения генома и оценка кумулятивной дозы.

Раздел 7.Особенности и механизмы радиационного мутагенеза.

Тема 7.1 Генетические последствия действия ИИ. Точечные мутации.

Раздел 8. Опыт крупных ядерных аварий. Тема 8.1Характер облучения ионизирующей радиацией и формирование доз облучения ядерных взрывов в Японии, Чернобыле и Фукусиме-1. Контролируемые и неконтролируемые уровни облучения населения. Радиационный гормезис и радиационный канцерогенез. Медицинские последствия облучения родителей и при внутриутробном облучении плода. (контрольная работа)

Пример контрольной работы.

Тема 3.1. Доза облучения ИИ. Виды доз, их сущность. Системные (СИ) и внесистемные единицы.

Тема 4.2. Микродозиметрическая теория малых доз радиации. Радиобиологическое и медицинское (эпидемиологическое) понятие «малые дозы радиации», их биологическое и физико-химическое значение.

Раздел 2.Тема 2.1. Радиационный фон Земли. Собственное радиационное поле человеческого организма. Радионуклиды естественного происхождения.

Перечень средств диагностики

Опрос, письменные отчёты по аудиторным практическим заданиям, письменные отчёты по домашним заданиям, устные доклады студентов на семинарах , контрольная работа.

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.Радиационная химия	Радиационной химии и химико-фармацевтических технологий	нет	Принять программу без изменений Протокол № 9 от 11.04.2016 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

Радиационной химии и химико-фармацевтических технологий (протокол №
9 от 11.04. 2016_ г.)

Заведующий кафедрой

доктор химических наук, профессор _____ Шадыро _О.И. _____

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

доктор химических наук, профессор

Свиридов Д.В. _____