

**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт теоретической и экспериментальной биофизики
Российской академии наук (ИТЭБ РАН)**



УТВЕРЖДАЮ

Директор Института

Белецкий И.П.

2016 г.

Принято Ученым Советом ИТЭБ РАН

Протокол № 11 от «15» декабря 2016 г.

ПРОГРАММА

**вступительных экзаменов в аспирантуру
по специальности**

РАДИОБИОЛОГИЯ

03.01.01

Радиобиология как научная дисциплина

1. Предмет и задачи радиационной биологии. Открытие рентгеновских лучей и радиоактивности. История и этапы развития радиобиологии. Значение исследований в области радиобиологии на современном этапе развития общества; фундаментальные и прикладные аспекты. Радиационная биофизика и радиобиология: единство и различия методологии и методов.

Взаимодействие излучения с веществом

2. Виды излучений. Ионизирующие и неионизирующие излучения, их энергетический спектр. Взаимодействие радиации с веществом. Механизмы передачи энергии веществу электромагнитных видов излучений. Корпускулярные излучения. Особенности передачи энергии веществу заряженными частицами и нейтронами различных энергий. Эффект ионизации. Распределение ионов в веществе в условиях воздействия ионизирующей радиации. Кривая Брэгга. Единицы дозы излучений и радиоактивности.
3. Радиационная химия воды. Облучение веществ биологического происхождения вне организма. Прямое и косвенное (непрямое) действие ионизирующих излучений. Свободные радикалы. Соотношение прямого и косвенного действия ионизирующего излучения на клетки организма.

Действие радиации на макромолекулы в живой клетке

4. Эндогенное повреждение макромолекул в клетке и его причины (источники). Эффекты воздействия радиации на ДНК, белки и мембраны. ДНК - чувствительная мишень клетки при действии ионизирующей и неионизирующей радиации. Основные типы повреждений ДНК. Типы одонитевых разрывов ДНК. Типы двунитевых разрывов ДНК.
5. Репарация ДНК. Типы и механизмы репарации различных повреждений ДНК. Основные события и ферменты - компоненты разных путей репарации ДНК.
 - а) Одноактные системы репарации ДНК.
 - б) Эксцизионная репарация оснований.
 - в) Эксцизионная репарация нуклеотида
 - г) Репарация неправильных пар (mismatch repair).
 - д) Репарации одонитевых разрывов ДНК
 - е) Репарация двунитевых разрывов и ДНК-ДНК сшивок.
 - ж) Репарация синтезом ДНК в обход повреждений.
 - з) Репарация ДНК и реорганизация хроматина.
 - и) Повреждение и восстановление молекул митохондриальной ДНКМеханизм SOS – репарации в бактериальных клетках. Особенности репарации в клетках организмов разных таксономических групп.

Радиационное воздействие на живые клетки

6. Летальное действие излучений на различные клетки. Роль клеточного ядра и цитоплазмы. Реакция клеток на возникновение критических повреждений в ДНК. Изменения характера экспрессии генов. SOS-репарация ДНК. Активация системы контроля «точек перехода» (checkpoint) в клеточном цикле и задержка клеточного деления. Радиочувствительность клеток на разных стадиях клеточного цикла. Формы клеточной гибели (апоптоз, некроз, автофагия).

7. Кривые выживания клеток. Количественные характеристики кривых выживания. Средняя летальная доза, экстраполяционное число. Механизмы, лежащие в основе характеристик наклона и «плеча» кривых клеточной выживаемости.
8. Математические модели кривых гибели и выживания клеток: классические модели, стохастическая модель, вероятностная модель, репарационные модели, молекулярные модели, модели, учитывающие влияние качества излучения, биофизическая модель.

Генетические эффекты радиации

9. Мутагенное действие излучений. Хромосомные aberrации и мутации. Типы мутаций. Премутационные повреждения. Особенности мутагенного действия излучений на клетки прокариот и эукариот. Количественные закономерности мутагенного действия излучений. Механизмы репаративного мутагенеза. Мутагенные и немутагенные пути репарации. Механизмы репликативного мутагенеза. Мутатест. Закрепление мутаций и повышенная нестабильность генома
10. Мутагенное действие излучений на клетки эукариот. Цитогенетические эффекты облучения. Типы хромосомных и хроматидных aberrаций. Количественные закономерности цитогенетического действия излучений. Методы изучения цитогенетических нарушений в облученных клетках (анафазный, метафазный методы, FISH-техника).
11. Особенности мутагенного действия высокоионизирующих излучений. Закономерности мутагенного действия тяжелых заряженных частиц на клетки прокариот. Цитогенетические эффекты высокоионизирующих излучений.

Условия облучения и эффекты, их модификация

12. Относительная биологическая эффективность (ОБЭ) излучений. Методы оценки ОБЭ и её связь с линейной передачей энергии (ЛПЭ). Типы зависимостей ОБЭ при разных значениях ЛПЭ. Влияние факторов физической и биологической природы на величину ОБЭ излучений. Современные представления о природе ОБЭ.
13. Кислородный эффект (КО) при облучении. Закономерности проявления КО. Роль репарации ДНК в проявлении КО. Зависимость КО от ЛПЭ излучений. Основные гипотезы, объясняющие КО. Кислородный эффект в терапии злокачественных опухолей.
14. Химические радиопротекторы. Основные типы радиопротекторов. Механизмы защитного действия сульфгидрильных соединений, индоллилалкиламинов и многоатомных спиртов на клетки. Защитное действие радиопротекторов на организм. Зависимость радиозащитного эффекта от ЛПЭ.
15. Химические радиосенсибилизаторы. Основные типы. Особенности действия аноксических радиосенсибилизаторов. Практическое использование радиосенсибилизаторов.
16. Эффекты малых доз радиации. Адаптивный ответ. «Эффект свидетеля» (“bystander effect”). Низкая эффективность репарации критических повреждений ДНК, возникающих при малых дозовых нагрузках.

Радиационная биология организма. Радиочувствительность и радиорезистентность

17. Радиочувствительность тканей, органов, организма. Радиационные синдромы. Особенности действия радиации на костный мозг и желудочно-кишечный тракт у животных и человека. Понятие о критических системах организма в условиях радиационного воздействия. Радиочувствительность организма.
18. Лучевая болезнь человека. Острая лучевая болезнь. Фазы лучевой болезни. Хроническая лучевая болезнь. Процессы восстановления в облученном организме. Терапия острой лучевой болезни.

19. Отдаленные последствия облучения. Сокращение продолжительности жизни («радиационное старение»), возникновение злокачественных опухолей, радиационная катаракта. Механизмы реализации отдаленных последствий облучения. Трансгенерационные (проявляющиеся в поколениях) эффекты воздействия радиации.

Прикладные аспекты радиобиологии

20. Применение ионизирующих излучений в медицине. Лучевая терапия злокачественных опухолей. Использование радионуклидов для диагностических и лечебных целей. Принципы мишенной радиотерапии опухолей.
21. Консервация продуктов питания. Стерилизация отходов сельскохозяйственной промышленности.
22. Радиация и космос. Основные источники радиации в космосе. Характеристика солнечного и Галактического излучений. Радиационная опасность при длительных космических полетах. Возможные принципы защиты от излучений в условиях длительных космических полетов.

Популяционная радиобиология и радиэкология. Проблемы радиационной безопасности

23. Природный радиационный фон. Техногенное радиационное загрязнение как экологический фактор. Радиационные аварии и их последствия. Источники облучения человека. Нормы радиационной безопасности. Проблема хранения, утилизации и переработки радиоактивных отходов. Миграция радионуклидов в экосистемах и радиационный мониторинг окружающей среды. Биомаркеры радиационного поражения на уровне организма и популяции. Действие малых доз ионизирующей радиации на природные популяции, экосистемы и биогеоценозы. Эффекты хронического и пролонгированного облучения.

ЛИТЕРАТУРА ДЛЯ ПОДГОТОВКИ

1. Барсуков О.А., Барсуков К.А. Радиационная экология. М. Научный мир, 2003
2. Белоус Д.А. Радиация, биосфера, технология. СПб, изд-во ДЕАН, 2004.
3. Бинги В.Н. Магнитобиология. Эксперименты и модели. М., Милта, 2002.
4. Владимиров Ю.А., Потапенко А.Я. Физико-химические основы фотобиологических процессов. М., Высш. шк., 1989.
5. Григорьев Ю.Г., Степанов А.С., Григорьев О.А., Меркулов А.В. Электромагнитная безопасность человека. М., Спр.-информ. изд., 1999.
6. Девятков Н.Д., Голант М.В., Бецкий О.В. Особенности медико-биологического применения миллиметровых волн. М. ИРЭ РАН, 1994.
7. Доклад за 2007 год Международного агентства по атомной энергии. Вена, 2008.
8. Дубинин Н.П. Некоторые проблемы современной генетики. Москва, Наука, 1994.
9. Жимулев И.Ф. Общая и молекулярная генетика. Новосибирск, Изд-во Новосиб.Ун-та, 2007.
10. Когл Дж. Биологические эффекты радиации / под ред. Деденкова А.Н. М., Энергоатомиздат, 1986.
11. Козлов В.Ф. Справочник по радиационной безопасности. Изд. 3 Москва, Энергоатомиздат, 1987
12. Кольман Я., Рем К.-Г. Наглядная биохимия, 3-е изд., М., Мир, 2009
13. Красавин Е.А. Проблема ОБЭ и репарация ДНК. М., Энергоатомиздат, 1989.
14. Красавин Е.А., Козубек С. Мутагенное действие излучений с разной ЛПЭ. М., Энергоатомиздат, 1991
15. Кудряшов Ю.Б. Радиационная биофизика. М., Физматлит, 2004.

16. Кузин А.М. Роль природного радиоактивного фона и вторичного биогенного излучения в явлении жизни. М., Наука, 2002.
17. Кузин А.М. Структурно-метаболическая теория в радиобиологии М., Наука, 1986
18. Лекции школы по радиационной биологии в «Галакитке» (под ред. Саенко А.С.) Обнинск, 2003
19. Маргулис У.Я. Атомная энергия и радиационная безопасность. М., Энергоатомиздат, 1990.
20. Москалев Ю.И. Отдаленные последствия ионизирующих излучений. М., Медицина, 1991.
21. Окада Ш. Радиационная биохимия клетки. М. Мир, 1974.
22. Патрушев Л.И. Искусственные генетические системы, т.1, М., Наука, 2004.
23. Пивоваров Ю.П. Радиационная экология М., Академия, 2004.
24. Разин С. В., Быстрицкий А. А. Хроматин: упакованный геном. М., Бином, 2009.
25. Труды МКРЗ (публикация 103). Рекомендации Международной Комиссии по радиационной защите. Москва, 2009.
26. Холл Э. Радиация и жизнь. М. Мир. 1989.
27. Цыб А.Ф., Будагов Р.С., Замулаева И.А. Радиация и патология. М., Высш. шк., 2005.
28. Чернобыль: истинные масштабы аварии ПРЕСС-РЕЛИЗ •Международное агентство по атомной энергии, Вена, 2005
29. Эйдус Л.Х., Корыстов Ю.Н. Кислород в радиобиологии М., Энергоатомиздат, 1984.
30. Ярмоненко С.П., Вайнсон А.А. Радиобиология человека и животных, М. Высш. шк., 2004.
31. Ярмоненко С.П., Конопляников А.Г., Вайнсон А.А. Клиническая радиобиология. М., Медицина, 1992.

Программу составили: д.б.н., проф. Газиев А.И., к.б.в. Безлепкин В.Г.