

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины «Радиационная и экологическая биофизика»

### 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Радиационная и экологическая биофизика» являются: формирование у аспирантов системного подхода к изучению основ радиационной биофизики, позволяющего ставить и решать актуальные фундаментальные научные задачи в этой области знаний.

### 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы аспирантуры

Дисциплина «Радиационная и экологическая биофизика» входит в состав модуля «Биофизика» и изучается аспирантами в 5-ом семестре образовательного цикла. Базовые знания для освоения этой дисциплины аспирант получает при освоении программ магистратуры и специалитета, а также дисциплин модуля Биофизика, изучаемых в 3 и 4 семестре образовательного цикла аспирантуры.

### 3. Требования к результатам освоения дисциплины и компетенции.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

#### Знать:

- История вопроса. Важнейшие открытия в области радиационной биофизики.
- Теоретические основы радиационных процессов: законы радиоактивных превращений, атомная природа вещества, отличие стабильных и радиоактивных изотопов, основные типы радиоактивного распада, процесс деления тяжелых ядер, ядерные реакции и искусственная радиоактивность, понятие об энергии радиоактивного распада, основы статистической природы радиоактивного распада, период полураспада, активность радионуклидов, единицы радиоактивности;
- Природный радиационный фон. Искусственный радиационный фон. Техногенные изменения естественного радиационного фона. Последствия радиационных аварий.
- Основы взаимодействия ионизирующих излучений разных типов с веществом, характеристики различных видов ионизирующих излучений, плотно- и редко ионизирующие излучения. Механизмы переноса и поглощения энергии излучения. Использование радионуклидов в научно-исследовательской работе по методу "меченых атомов". Прямое и косвенное действие ионизирующих излучений на организмы. Возбуждение молекул как источник образования свободных радикалов. Радиационно-химические превращения молекул воды. Активные формы кислорода и азота (АФК/АФА), биологическая защита от АФК/АФА.
- Дозиметрия ионизирующих излучений, различные методы регистрации излучений. Дозиметрические единицы и связь между ними. Основные понятия, термины и единицы. Мощность дозы. Биологическая дозиметрия излучений. Коэффициент качества излучения. Эквивалентная доза излучения. Эффективная доза облучения всего организма или отдельных органов. Коллективная эффективная эквивалентная доза и полная коллективная эффективная эквивалентная доза. Экспозиционная доза. Относительная биологическая

эффективность различных видов излучения. Индивидуальные и стационарные дозиметры.

- Биологическое действие излучений. Мишенная и стохастическая теория. Радиационные повреждения клеточных макромолекул. Критические мишени радиационного повреждения клеток. Повреждение и репарации ДНК. Пост радиационная клеточная гибель. Радиочувствительность живых организмов.
- Генетические и эпигенетические изменения. Возникновение нестабильности генома.
- Действие ионизирующей радиации на человека. Различные стадии лучевой реакции человека в зависимости от дозы облучения. Использование радиопротекторов и радиомитигаторов. Ретроспективные методы лучевых поражений у человека.
- Организация работ с радиоактивными веществами в радиоизотопном блоке и с закрытыми источниками излучения и рентгеновскими установками. Меры безопасности.
- Дополнительный семинар: особенности действия малых доз радиации, гиперчувствительность, адаптивный ответ, генетическая нестабильность, «эффект свидетеля», абскопальный эффект.

**Уметь:** планировать и реализовывать профессиональные мероприятия в соответствии со специальностью. Применять методические основы выполнения биологических исследований с использованием современной аппаратуры и вычислительных комплексов. Определять поглощенные дозы ионизирующего излучения. Работать с радиоактивными веществами в радиоизотопном блоке.

**Владеть:** одним из методов определения концентрации АФК/АФА в облученных клетках, одним из методов измерения радиоактивности, и дозиметрии излучения.

Освоение дисциплины «Радиационная и экологическая биофизика» вносит вклад в формирование универсальных (УК-1 и УК-5) и общепрофессиональных компетенций (ОПК-1 и ОПК-2), расширяет активные знания в следующих профессиональных компетенциях:

понимает современные задачи биофизики и её перспективные направления развития(ПК-2);

знает и использует в научно-исследовательской работе основные биофизические теории и принципы, знаком с основами математического описания биологических объектов и процессов и их моделированием, (ПК-3);

имеет представление о молекулярных структурах и физико-химических свойствах низкомолекулярных соединений и биополимеров, входящих в состав биологических объектов (ПК-4);

#### **4. Структура и содержание дисциплины «Радиационная и экологическая биофизика»**

Общая трудоемкость курса – 3 ЗЕТ, что составляет 108 учебных часов, в том числе установочные лекции и консультации 24 часа, семинарские занятия - 12 часов, самостоятельная работа в объёме не менее 72 часов.

Виды учебной работы: установочные лекции, консультации, семинары,

Самостоятельная работа: освоение рекомендованной литературы, подготовка к зачету,

кандидатскому экзамену по специальности Биофизика.

Форма промежуточной аттестации –зачет.

№ п/п	Разделы дисциплины	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)		
		Установочные лекции,	Сем.	Сам. раб.
1	История вопроса. Важнейшие открытия в области радиационной биофизики. Естественный радиационный фон. Техногенные изменения естественного радиационного фона. Последствия радиационных аварий.	3 ч.	1 ч.	9 ч.
2	Радиоактивность. Законы радиоактивных превращений. Ядерные реакции и искусственная радиоактивность. Единицы активности радионуклидов. Использование радионуклидов в научно-исследовательской работе по методу "меченых атомов".	3 ч.		
3	Основы взаимодействия ионизирующих излучений разных типов с веществом. Характеристики различных видов ионизирующих излучений. Прямое и косвенное действие ионизирующих излучений на организмы. Возбуждение молекул как источник образования свободных радикалов. Радиационно-химические превращения молекул воды.	3 ч.	2 ч.	11 ч.
4	Дозиметрия ионизирующих излучений, различные методы регистрации излучений. Дозиметрические единицы и связь между ними. Основные понятия, термины и единицы. Мощность дозы. Биологическая дозиметрия излучений. Коэффициент качества излучения. Эквивалентная доза излучения. Эффективная доза облучения всего организма или отдельных органов. Коллективная эффективная эквивалентная доза и полная коллективная эффективная эквивалентная доза. Экспозиционная доза. Относительная биологическая эффективность различных видов излучения. Индивидуальные и стационарные дозиметры	3 ч.	2 ч.	14ч.
5	Биологическое действие излучений. Мишенная и стохастическая теория. Радиационные повреждения клеточных макромолекул. Критические мишени радиационного повреждения клеток. Повреждение и репарации ДНК. Пост радиационная клеточная гибель. Радиочувствительность живых организмов	3 ч.	2 ч.	12 ч.
6	Радиационные повреждения клеточных макромолекул. Повреждение и репарации ДНК. Генетические и эпигенетические нарушения.	3 ч.	2 ч.	
7	Радиочувствительность организмов. Радиационное поражение человека зависимое от дозы. Различные	3 ч.	2 ч.	

	стадий лучевой болезни.			
8	Ретроспективные методы оценки лучевых поражений у человека. Использование радиопротекторов и радиомитигаторов. Организация работ с радиоактивными веществами в радиоизотопном блоке и с закрытыми источниками излучения и рентгеновскими установками. Меры безопасности.	3 ч.		12 ч.
9	Зачет		1 ч.	14 ч.

### 5. Образовательные технологии

В учебном процессе в качестве активных и интерактивных форм проведения занятий на семинарах будет проводиться разбор конкретных ситуаций, которые возникают при работе с источниками ионизирующей радиации и в радиоизотопном блоке, а так же будут проведены мастер-классы по дозиметрии и использованию источников ионизирующих излучений для решения фундаментальных научных проблем.

**6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.** Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

Самостоятельная работа обучающихся будет заключаться в подготовке к семинарским занятиям, целью которых является закрепление полученных знаний при чтении лекционного курса. Список учебно-методических пособий, необходимых для подготовки к семинарам, приведён ниже.

По окончании курса состоится дифференцированный зачёт по следующим вопросам:

1. Атомная природа вещества. Стабильные и радиоактивные изотопы.
2. Основные типы радиоактивного распада: альфа-, бета- и гамма-излучение.
3. Деление тяжелых ядер. Ядерные реакции и искусственная радиоактивность.
4. Характеристика различных видов ионизирующих излучений.
5. Законы радиоактивного распада. Статистическая природа распада. Период полураспада.
6. Радиоактивный хронометр и радиоуглеродное датирование.
7. Методы дозиметрии ионизирующих излучений. Биологическая дозиметрия.
8. Механизмы воздействия различных типов ионизирующих излучений на живые организмы.
9. Роль активных форм кислорода и азота в радиационном поражении.
10. Радиационное повреждение клеточных макромолекул. Типы повреждений ДНК, индуцируемых радиацией.
11. Пути и механизмы репарации ДНК. Отдаленные последствия действия радиации.
12. Принципы защиты от излучений. Радиопротекторы и радиомитигаторы.
13. Природный радиационный фон.
14. Естественная радиоактивность в природе.
15. Технологически измененный естественный радиационный фон. Техногенное повышение радиационного фона. Радиационные аварии.
16. Организация работ с радиоактивными веществами в радиоизотопном блоке. Меры безопасности.
17. Организация работ с закрытыми источниками излучения и рентгеновскими установками. Меры безопасности.
18. Образование активных форм кислорода в воде и водных растворах под влиянием ионизирующих излучений.
19. Методы измерения концентрации АФК.

**7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины «Радиационная и экологическая биофизика»:**

#### **а) основная литература:**

1. Климанов В.А., Крамер-Агеев Е.А., Смирнов В.В. Радиационная дозиметрия. 2014, Из-во НИЯУ МИФИ Москва, 650 стр.
2. Кудряшов Ю.Б., Мазурик В.К., Ломанов М.Ф. - Радиационная биофизика. Ионизирующие излучения. 2004.
3. Джойнер М.С., Ван Дер Когель О.Дж. Основы клинической радиобиологии. М.: Бином. 2013. 600 с.
4. Ремизов А.Н. - Медицинская и биологическая физика. 4-е издание. 2012
5. Ярмоненко С. П., Вайнсон А. А., Радиобиология человека и животных, М., Высшая школа, 2004. 549 с.
6. Кузин А.М. Природный радиоактивный фон и его значение для биосферы Земли, М.: Наука, 1991. 156 с.
7. Белозерский Г. Н Радиационная экология. Из-во «Академия», 2008, 390 стр.
8. Л.А. Ильин, В.Ф. Кириллов, И.П. Коренков. Радиационная гигиена. М. Из-во Гэотар-Медиа-2010, 380 стр.
9. Radiation biology: a handbook for teachers and students. IAEA, Vienna, 2010 (<https://www.iaea.org/publications/8219/radiation-biology-a-handbook-for-teachers-and-students>)

#### **б) дополнительная литература:**

10. E.L. Alpen. Radiation Biophysics, (Second Edition), AP, San Diego, London, New York, Tokyo, 1998, 500 pp ([https://phyusdb.files.wordpress.com/2013/03/radiation\\_biophysics\\_second\\_edition.pdf](https://phyusdb.files.wordpress.com/2013/03/radiation_biophysics_second_edition.pdf)).
11. S.L. Simon. Introduction to Radiation Physics and Dosimetry. Spring, 2011
12. A.F. Bielajew. Fundamentals of Radiation Dosimetry and Radiological Physics (доступно в интернете)
13. Васин М.В. Средства профилактики и лечения лучевых поражений. М.: РМАП. 2006. 340 с.
14. Таирбеков М.Г., Петров В.М. Медико-биологические эффекты ионизирующих излучений. М.: МИФИ, 2005. - 106с ([http://mgtairbekov.com/download/materials/books/xmatMedicalBiologicalEffectsOfIonizingRadiation\\_mat\\_rus.pdf](http://mgtairbekov.com/download/materials/books/xmatMedicalBiologicalEffectsOfIonizingRadiation_mat_rus.pdf))
15. Biological mechanisms of radiation actions at low doses. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, New York, 2012 ([https://www.unscear.org/docs/reports/Biological\\_mechanisms\\_WP\\_12-57831.pdf](https://www.unscear.org/docs/reports/Biological_mechanisms_WP_12-57831.pdf))

#### **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Занятия будут проводиться в учебной аудитории, оснащенной мультимедийным проектором и магнитно-маркерной доской.

Программа дисциплины «Радиационная и экологическая биофизика» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки «Физика и астрономия».

Программа составлена д.б.н. проф. Газиевым А.И.

Программу актуализировала

к.б.н., с.н.с., Сорокина С.С.