

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального  
образования Московской области «Международный университет природы, общества  
и человека «Дубна»  
(университет «Дубна»)  
Факультет естественных и инженерных наук  
Кафедра биофизики

**УТВЕРЖДАЮ**

проректор по учебной работе

— С.В. Моржухина

2009

г.

ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**ВВЕДЕНИЕ В РАДИАЦИОННУЮ БИОФИЗИКУ**

(наименование дисциплины)

по направлению (специальности)

140307.65, Радиационная безопасность человека и окружающей среды

(№, наименование направления, специальности)

Форма обучения: очная

Уровень подготовки: специалист  
(выбрать нужное)

Курс (семестр): I курс, I семестр

г. Дубна, 2009 г.

Программа дисциплины «Введение в радиационную биофизику» по направлению (специальности) «Радиационная безопасность человека и окружающей среды» Учебная программа. Автор: – Дубна: Университет «Дубна» 2009.

Автор программы:

д.б.н. **БОРЕЙКО Алла Владимировна**, кафедра биофизики

—  
(подпись)

Программа составлена в соответствии с Государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования и учебным планом по направлению подготовки (специальности)

140307.65, Радиационная безопасность человека и окружающей среды

(указывается номер ОКСО, код и наименование направления подготовки (специальности))

Программа рассмотрена на заседании кафедры \_ **биофизики** \_

(название кафедры)

Протокол заседания № \_ от 200 \_

г.

Заведующий кафедрой /

(ученое звание)

(подпись)

**Красавин Е.А./**

(фамилия, имя, отчество)

СОГЛАСОВАНО

заведующий выпускающей кафедрой<sup>1</sup> / /

(ученое звание)

(подпись)

(фамилия, имя, отчество)

2009

г.

Рецензент: \_

(ученая степень, ученое звание, Ф.И.О., место работы, должность) —

ОДОБРЕНО

декан факультета (директор института, филиала) /

(ученое звание, степень)

(подпись)

**Деникин А.С./**

(ФИО)

20 \_

г.

Руководитель библиотечной системы /

(подпись)

**Черепанова В.Г./**

(ФИО)

---

<sup>1</sup> если программа разработана обучающей кафедрой

ОПД.В.01	ВВЕДЕНИЕ В РАДИАЦИОННУЮ БИОФИЗИКУ	89
----------	--------------------------------------	----

### 1) Аннотация

Курс «Введение в радиационную биофизику» направлен на усвоение студентами первого семестра обучения основных понятий радиационной биологии, которые детально будут изучаться студентами 7-10 семестров в специальных курсах «Общая радиобиология» « Повреждение и репарация ДНК» « Радиационная генетика» « Охрана окружающей среды» « Надежность технических систем и управление риском» В ходе лекционных и семинарских занятий студентами будут усваиваться основные положения, касающиеся взаимодействия различных типов излучений с веществом, устройство живой клетки и генетических структур, механизмы генетического кода, особенности реакции живых клеток на лучевое воздействие. Важным разделом курса являются вопросы формирования лучевых повреждений ДНК и механизмы их репарации. Эти базовые положения радиационной биологии являются необходимыми при усвоении материала, касающегося механизмов возникновения и развития различных форм лучевой болезни, формирования её отдалённых последствий – старения организма, возникновения раковых заболеваний, развития катаракты и других последствий облучения, применения ионизирующих излучений в клинике лучевой терапии рака. Усвоенный в начале университетского образования курс «Введение в радиационную биофизику» является необходимым условием дальнейшего успешного обучения по данной специальности на старших курсах.

### 2) Цели и задачи дисциплины

Основной задачей курса «Введение в радиационную биофизику» является изложение студентам первого года обучения основных понятий взаимодействия излучений различной природы с живыми системами, и, в первую очередь, вопросов, касающихся физико-химических и молекулярных механизмов первичных процессов лучевого поражения, протекающих с момента возникновения ионизированных и возбужденных атомов и молекул до появления видимых структурных и функциональных изменений.

Для решения такой задачи необходим углубленный анализ процессов, происходящих на каждом этапе «размена энергии» излучения в живой системе, описание этих этапов в терминах молекулярных изменений и создание единой картины, отражающей всю последовательность реакций, приводящих к лучевому поражению. Для этого необходимо привлечение сведений и методов из ряда смежных дисциплин: физики, химии, математики, биохимии, физиологии, генетики, цитологии.

### 3) Требования к уровню освоения содержания дисциплины.

Настоящий теоретический курс ориентирован на ознакомление студентов-биофизиков с основными проблемами радиационной биофизики и является необходимой базой для последующего изучения различных разделов этой дисциплины в специализированных курсах: радиобиологии, радиационной генетики, повреждения и репарации ДНК, молекулярной биологии, цитогенетики, молекулярной генетики и других дисциплин.

4) Объем дисциплины и виды учебной работы

Таблица 2

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		1	2	3	
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	89	89			
<b>Аудиторные занятия</b>	51	51			
Лекции	34	34			
Практические занятия (ПЗ)	17	17			
Семинары (С)					
Лабораторные работы (ЛР)					
<b>Самостоятельная работа</b>	2	2			
Курсовой проект (работа)					
Расчетно-графические работы					
Реферат (эссе)					
Контрольная работа					
<b>Вид итогового контроля (зачет, экзамен)</b>	<b>экзамен</b>	<b>экзамен</b>			

5) Содержание программы

Разделы (темы) дисциплины, содержание и виды занятий

Таблица 3

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины, содержание	Лекции	ПЗ (или С)	ЛР	самостоятельная работа студентов
1	<b>Предмет радиационной биофизики.</b>  Место биофизики в естествознании. Задачи биофизики. Радиационная биофизика как специальная область биофизики. Радиационная биофизика и радиобиология. Актуальность исследования биологического действия ионизирующих излучений. Основная задача радиационной биофизики. Основной радиобиологический парадокс. Основные этапы развития радиационной биофизики.	2	1		
2	<b>Виды ионизирующих излучений. Механизмы взаимодействия ионизирующих излучений с веществом.</b>  Ионизирующие излучения. Электромагнитные и корпускулярные излучения. Основные механизмы взаимодействия рентгеновского излучения и $\gamma$ -квантов с веществом (фотоэффект, эффект Комптона, образование электронно-позитронных пар). Корпускулярные излучения. Прямо и косвенно ионизирующие излучения. Частицы, получаемые от естественных и искусственных радиоактивных источников. Механизм передачи энергии заряженных частиц. Проникающая способность излучений. Плотность ионизации. Линейная передача энергии. Редко- и плотноионизирующие излучения. Кривая Брэгга.	2	1		

3	<p><b>Устройство живой клетки.</b></p> <p>Клетка – основная единица жизни. Формирование клеточной теории (исторический аспект). Многообразие клеток. Две ступени организации клеток – прокариотические и эукариотические. Основные элементы клетки. Клеточная мембрана. Строение. Функции. Цитоплазма. Биохимический состав. Основные компоненты. Эндоплазматическая сеть. Рибосомы. Митохондрии. Аппарат Гольджи. Лизосомы. Пластиды. Включения. Вакуоли. Клеточное ядро. Ядро – носитель генетической информации. Ядерная мембрана. Хроматин. Функции ядра. Ядрышко. Клетки прокариот. Основные элементы. Клеточная стенка. Жгутики. Ворсинки. Капсула. Мезосомы. Нуклеоид. Особенности строения эукариотических и прокариотических клеток.</p>	2	1		
4	<p><b>ДНК – носитель генетической информации.</b></p> <p>Структура хромосом. Аминокислоты и нуклеотиды – как структурные единицы белков и ДНК. Исторический аспект создания модели строения ДНК. Рентгеноструктурный анализ и рентгенограмма Р. Франклин. Открытие структуры ДНК Дж. Уотсоном и Ф. Криком. Репликация ДНК. Полуконсервативный, консервативный, дисперсный механизм репликации. Модель Дж. Уотсона и Ф. Крика. Генетический код. Гипотеза Г. Гамова. Основные свойства генетического кода. Особенности генетической структуры прокариотических и эукариотических клеток.</p>	2	1		
5	<p><b>ДНК – чувствительная мишень клетки.</b></p> <p>Эксперименты Орда, Даниели и Зеркла по сравнению радиочувствительности ядра и цитоплазмы клетки. ДНК – уникальная структура клетки. Прямое действие ионизирующей радиации. Косвенное действие ионизирующей радиации. Свободные радикалы. Радиолиз воды. Основные типы повреждений ДНК. Однонитевые разрывы ДНК. Двунитевые разрывы ДНК. Сшивки ДНК-ДНК, ДНК-белок. Повреждения оснований.</p>	2	1		
6	<p><b>Роль репарации ДНК в поддержании стабильности генетического материала</b></p> <p>Основные механизмы репарации ДНК. Дорепликативная репарация. Фотореактивация. Репарация однонитевых разрывов: сверхбыстрая, быстрая, медленная (SOS-репарация). Эксцизионная репарация. Пострепликативная репарация. Репарация двунитевых разрывов ДНК.</p>	2	1		

7	<p><b>Летальное действие ионизирующих излучений</b></p> <p>Доза излучения. Поглощенная доза. Экспозиционная доза. Летальное действие ионизирующих излучений. Клеточная гибель. Выживаемость клеток. Классические радиобиологические эксперименты по определению выживаемости. Кривые «доза-эффект» - кривые выживаемости. Количественные характеристики кривых выживаемости. Средняя летальная доза. Радиочувствительность. Формы кривых выживаемости: экспоненциальная, сигмоидная. Вклад процессов репарации и репликации в радиочувствительность клеток.</p>	4	2		
8	<p><b>Мутагенное действие ионизирующих излучений</b></p> <p>Определение мутации и мутагенеза. Работы Де Фриза и Бейеринга. Спонтанные и индуцированные мутации. Открытие мутагенного действия ионизирующих излучений. Работы Надсона, Мёллера, Циммера, Ли. Генные мутации (точковые). Транзиции. Трансверсии. Мутации сдвига рамки считывания (делеции, инсерции одного основания). Хромосомные мутации (структурные). Делеции. Инсерции. Хромосомные aberrации (кольца, дицентрики, фрагменты, транслокации). Количественные характеристики мутагенеза. Кривые «доза-эффект» для мутагенеза. Сравнительные частоты индукции различных типов мутаций. Механизм образования мутаций. Премутационные повреждения. Влияние процессов репарации и репликации ДНК на мутагенез .</p>	2	1		
9	<p><b>Модификация лучевого поражения. Кислородный эффект.</b></p> <p>Влияние внешних факторов на радиочувствительность клеток. Опыт Гудея и Рида. Кислородный эффект. Аноксия и гипоксия. Условия полной реализации кислородного эффекта. Практическое применение кислородного эффекта: изыскание средств, повышающих радиорезистентность организмов, лучевая терапия опухолей. Механизм реализации кислородного эффекта. Радиолиз воды. Зависимость величины кислородного эффекта от репарационного статуса клетки.</p>	2	1		
10	<p><b>Радиопротекторы и радиосенсибилизаторы</b></p> <p>Методы модификация радиочувствительности организма за счет кислородного эффекта. Поиск</p>	2	1		

	<p>химических модификаторов радиочувствительности.</p> <p>Радиопротекторы. Индолилалкиламины. Серусодержащие соединения. Перехватчики свободных радикалов. Основные требования к радиопротекторам. Механизм защитного действия радиопротекторов. Особенности действия некоторых радиопротекторов на различных уровнях организации – молекулярном, клеточном, организменном. Практическое использование радиопротекторов в настоящее время. Радиосенсибилизаторы. Применение радиосенсибилизаторов в радиотерапии опухолей.</p>				
11	<p><b>Действие радиации на организм. Лучевая болезнь.</b></p> <p>Радиочувствительность тканей организма и радиочувствительность отдельных клеток. Критические органы. Основные клинические синдромы, проявляющиеся при поражении критических органов: костномозговой, желудочно-кишечный, церебральный. «Смерть под лучом» Радиочувствительность организма. Факторы, определяющие различия в радиочувствительности особей одного вида.</p> <p>Острая лучевая болезнь. Основные периоды течения острой лучевой болезни: фаза первичной острой реакции, фаза кажущегося клинического благополучия (латентная), фаза выраженных клинических проявлений, фаза раннего восстановления. Различные степени тяжести острой лучевой болезни и особенности их протекания.</p>	2	1		
12	<p><b>Отдаленные эффекты облучения</b></p> <p>Отдаленные последствия облучения. Сокращение продолжительности жизни. Возникновение злокачественных новообразований. Радиационная катаракта. Механизм отдаленных последствий облучения. Ускоренное радиационное старение. Работы Надсона, Корогодина, Мясника по изучению отдаленных последствий облучения у выживших облученных клеток. Сальтанты и радиорасы у дрожжевых клеток. Аналогия между опухолевыми клетками и радиорасами дрожжей. Онкогены.</p>	2	1		
13	<p><b>Применение ионизирующих излучений в медицине</b></p> <p>Использование рентгеноскопии и рентгенографии для диагностических целей.</p> <p>Радиотерапия. Основные трудности в радиотерапии опухолей и пути их преодоления. Радиопротекторы. Радиосенсибилизаторы. Кривая Брэгга. Тяжелые заряженные частицы. Медицинские ускорители.</p>	2	1		
14	<p><b>Радиация и космос</b></p>	4	2		

	Космическая радиобиология. Радиационная безопасность космических полетов. Космические источники ионизирующих излучений. Галактическое космическое излучение. Радиационные пояса Земли. Солнечные вспышки и солнечный ветер. «Вспышки» в глазах космонавтов. Миссия на Марс.				

(в таблице название раздела указывается в соответствии с обязательным минимумом содержания, изложенным в ГОС ВПО. В графах, обозначающих предусматриваемые виды занятий, проставляется знак \*).

#### 6) Лабораторный практикум, практические занятия (семинары)

##### Практические занятия (семинары)

Таблица 4б

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практических занятий (семинаров)
1	1	Предмет и задачи радиационной биофизики
2	2	Механизмы взаимодействия ионизирующих излучений с веществом
3	3-4	Устройство живой клетки. Структура ДНК. Репликация ДНК. Генетический код.
4	5-6	Основные типы повреждений ДНК и механизмы репарации ДНК
5	7-8	Летальное действие ионизирующих излучений на клетки
6	9	Мутагенное действие ионизирующих излучений на клетки
7	9-10	Модификация действия ИИ на клетки. Радиопротекторы и радиосенсибилизаторы
8	11-14	Лучевая болезнь. Отдаленные эффекты облучения. Применение ИИ в медицине. Радиация и космос.

#### 7) Учебно-методическое обеспечение дисциплины

##### Основная литература

- | № | Название, автор, год издания                                                                        |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | А.В. Борейко. Введение в радиационную биофизику. Университет «Дубна» Учебное пособие, , 2006, 79 с. |
| 2 | Ярмоненко С.П., Вайнсон А.А. Радиобиология человека и животных. М.: Высш.шк., 2003.                 |
| 3 | Ярыгин В.Н., Васильева В.И., Волков И.Н., Синельщикова В.В. Биология. М.:Высш. шк., 2003.           |
| 4 | Ю.Б. Кудряшов. Радиационная биофизика. М.: Физматлит, 2004.                                         |

##### Дополнительная литература

- | № | Название, автор, год издания                                                              |
|---|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Ярмоненко С.П., Вайнсон А.А. Радиобиология человека и животных. М.: Высш.шк., 2003.       |
| 2 | Ярыгин В.Н., Васильева В.И., Волков И.Н., Синельщикова В.В. Биология. М.:Высш. шк., 2003. |
| 3 | Ю.Б. Кудряшов. Радиационная биофизика. М.: Физматлит, 2004.                               |

Авторские методические разработки.



Лекционные материалы в виде Pdf-презентации.

8) Материально-техническое обеспечение дисциплины  
(указываются специализированные лаборатории и классы, основные приборы, установки, стенды или «не предусмотрено»)

- Мультимедийный проектор,
- Проектор «hd»

9) Формы контроля, перечень выносимых на экзамен (зачет) вопросов.

- Тесты
- Контрольные занятия
- Экзамен

### Экзаменационные вопросы

1. Виды ионизирующих излучений.
2. Механизмы взаимодействия электромагнитных излучений с веществом.
3. Механизмы взаимодействия корпускулярных излучений с веществом.
4. Косвенно ионизирующие излучения и механизм их взаимодействия с веществом.
5. Редко- и плотноионизирующие излучения.
6. Основные компоненты эукариотической клетки.
7. Сходства и различия в строении прокариотической и эукариотической клетки
8. ДНК – носитель генетической информации. Генетический код.
9. Строение ДНК.
10. Репликация ДНК.
11. Различия в радиочувствительности ядра и цитоплазмы. ДНК – чувствительная мишень.
12. Действие ионизирующих излучений на ДНК. Основные типы повреждений ДНК.
13. Основные типы репарации ДНК. Репарация односторонних и двусторонних разрывов ДНК.
14. Эксцизионная репарация ДНК.
15. Летальное действие ионизирующих излучений на различные клетки.
16. Кривые выживания и их количественные характеристики.
17. Вклад процессов репарации и репликации в радиочувствительность клетки.
18. Мутагенное действие ионизирующих излучений.
19. Основные типы мутаций.
20. Связь мутагенеза с процессами репарации и репликации ДНК.
21. Модификация лучевого поражения клеток.
22. Кислородный эффект.
23. Механизм действия кислородного эффекта.
24. Применение кислородного эффекта для модификации лучевого поражения организма.
25. Радиопротекторы.
26. Радиосенсибилизаторы.
27. Механизмы действия радиопротекторов и радиосенсибилизаторов.
28. Действие радиации на организм.
29. Радиочувствительность организма.

30. Критические органы при лучевом поражении и основные клинические синдромы.
31. Острая лучевая болезнь.
32. Равномерное и неравномерное облучение организма.
33. Отдаленные эффекты облучения.
34. Механизм отдаленных последствий облучения.
35. Применение ионизирующих излучений в медицине.
36. Радиотерапия.
37. Ядерная медицина.
38. Радиация и космос.