

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет  
им. Н.И. Лобачевского»**

Институт биологии и биомедицины

---

УТВЕРЖДЕНО  
решением Ученого совета ННГУ  
протокол № 6 от 31.05.2023 г.

**Рабочая программа дисциплины**

Радиационная биофизика

---

Уровень высшего образования  
Бакалавриат

---

Направление подготовки / специальность  
06.03.01 - Биология

---

Направленность образовательной программы  
Биология (общий профиль)

---

Форма обучения  
очная

---

г. Нижний Новгород

2023 год начала подготовки

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.ДВ.05.06 Радиационная биофизика относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ПК-1: Способен осуществлять информационный поиск по выбранной научной тематике в области биологии, излагать и критически анализировать получаемую информацию, представлять результаты исследований в виде презентаций, научно-технических отчетов, обзоров, аналитических карт, пояснительных записок, публикаций в научных изданиях; поддерживать дискуссию по актуальным вопросам биологии и экологии	<p>ПК-1.1: Знает: правила сбора и анализа информации по теме исследования, способы и правила представления результатов в письменной и устной формах.</p> <p>ПК-1.2: Умеет: планировать и осуществлять поиск научной информации, оформлять результаты исследования для представления в письменной и устной формах.</p> <p>ПК-1.3: Владеет: опытом поиска, анализа, представления и обсуждения результатов исследования.</p>	<p>ПК-1.1: Знает: основные физико-химические механизмы действия ионизирующей радиации на всех этапах развития лучевого поражения биосистем.</p> <p>ПК-1.2: Умеет: применять интегральный подход к анализу радиобиологических эффектов на разных уровнях их проявлений.</p> <p>ПК-1.3: Владеет: базовыми навыками выполнения научно-исследовательской работы в области радиационной биофизики.</p>	Опрос Тест	Экзамен: Контрольные вопросы

## 3. Структура и содержание дисциплины

### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	3
Часов по учебному плану	108
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	

- занятия лекционного типа	32
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	0
- КСР	2
самостоятельная работа	38
Промежуточная аттестация	36 экзамен

### 3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы	Всего	
	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о
Тема 1. Введение, цели и задачи радиационной биофизики. История радиобиологических исследований.	2	2		2	0
Тема 2. Прямое действие ионизирующих излучений на макромолекулы.	14	6		6	8
Тема 3. Непрямое действие ионизирующих излучений на макромолекулы	14	6		6	8
Тема 4. Действие ионизирующих излучений на клетку.	13	6		6	7
Тема 5. Действие ионизирующей радиации на организм.	13	6		6	7
Тема 6. Биологические эффекты малых доз радиации.	8	4		4	4
Тема 7. Модификация радиочувствительности.	6	2		2	4
Аттестация	36				
КСР	2			2	
Итого	108	32	0	34	38

#### 4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используются:

- электронный курс "Радиационная биофизика" (<https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=3766>).

#### 5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

##### 5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

##### 5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Опрос) для оценки сформированности компетенции ПК-1

1. Действие различных типов ионизирующего излучения на биологические системы разных уровней организации.
2. Радиопротекторные свойства различных соединений.
3. Принципы физической защиты от ионизирующих излучений.
4. Некроз и апоптоз, как основные механизмы гибели клеток при лучевом поражении.
5. Механизмы восстановления клеток от радиационного поражения.
6. Особенности лучевого поражения организма млекопитающих. Лучевая болезнь.
7. Особенности внешнего и внутреннего облучения.

#### Критерии оценивания (оценочное средство - Опрос)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Высокий уровень подготовки без ошибок и недочетов. Студент дал полный и развернутый ответ на все теоретические вопросы, подтверждает теоретический материал практическими примерами.
отлично	Высокий уровень подготовки с незначительными ошибками. Студент дал полный и развернутый ответ на все теоретические вопросы, подтверждает теоретический материал практическими примерами.
очень хорошо	В целом хорошая подготовка с заметными ошибками или недочетами. Студент дает полный ответ на все теоретические вопросы, но имеются неточности в определениях понятий, процессов и т.п. При ответах на дополнительные и уточняющие вопросы недочеты устраняются.
хорошо	В целом хорошая подготовка с заметными ошибками или недочетами. Студент дает полный ответ на все теоретические вопросы, но имеются неточности в определениях понятий, процессов и т.п. Допускаются ошибки при ответах на дополнительные и уточняющие вопросы.
удовлетворительно	Минимально достаточный уровень подготовки. Студент показывает минимальный уровень теоретических знаний, делает существенные ошибки, но при ответах на наводящие вопросы, может правильно сориентироваться и в общих чертах дать правильный ответ.
неудовлетворительно	Подготовка недостаточная и требует дополнительного изучения материала. Студент дает ошибочные ответы, как на теоретические вопросы, так и на наводящие и дополнительные вопросы.
плохо	Студент отказался отвечать на заданный вопрос.

#### 5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Тест) для оценки сформированности компетенции ПК-1

1. Кто и в каком году открыл явление естественной радиоактивности?

- а) Вильгельм Конрад Рентген в 1895 году;
- б) Анри Беккерель в 1896 году;
- в) Мария Складовская и Пьер Кюри в 1898 году.

2. Перечислите основные виды доз, применяемые в радиобиологии

- а) экспозиционная, поглощенная, биологическая (эквивалентная), эффективная;
- б) радиоактивность, активность радионуклидов, мощность;
- в) мощность излучения, сила света, освещенность.

### 3. При взаимодействии гамма-излучения с веществом...

- а) происходит деление ядер с вылетом нейтронов, альфа-частиц, бета-частиц, испускание жестких гамма-квантов ;
- б) наблюдается явление фотоэффекта, комптон-эффекта, образование электронно-позитронных пар;
- в) происходит неупругое (кинетическая энергия частиц расходуется на ионизацию и возбуждение атомов) и упругое (изменение направления движения частиц) взаимодействия.

### 4. Виды доз ионизирующего излучения по степени радиопоражаемости ...

- а) малые, сублетальные, летальные: ЛД 50/30, ЛД100 /30;
- б) экспозиционная, поглощенная, эквивалентная;
- в) биологическая, эффективная, годовая эффективная.

### 5. Естественная радиоактивность – это...:

- а) самопроизвольное превращение ядер одних химических элементов в ядра других, сопровождающееся выделением энергии в виде ионизирующего излучения;
- б) превращение ядер одних химических элементов в ядра других, сопровождающееся изменением химических свойств;
- в) самопроизвольное превращение ядер одних химических элементов в ядра других, сопровождающееся выделением энергии в виде ионизирующего излучения под влиянием  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  излучения.

### Критерии оценивания (оценочное средство - Тест)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Правильные ответы на все вопросы теста.
отлично	Правильные ответы более чем на 95% вопросов теста.
очень хорошо	Правильные ответы на 91-95% вопросов теста.
хорошо	Правильные ответы на 76-90% вопросов теста.
удовлетворительно	Правильные ответы на 51-75% вопросов теста.

Оценка	Критерии оценивания
неудовлетворительно	Правильные ответы на 50% и менее вопросов теста.
плохо	Отказ от участия в тестировании.

## 5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

### Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено			зачтено			
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

			недочетами				
--	--	--	------------	--	--	--	--

### Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

## 5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации

### 5.3.1 Типовые задания, выносимые на промежуточную аттестацию:

#### Оценочное средство - Контрольные вопросы

#### Экзамен

#### Критерии оценивания (Контрольные вопросы - Экзамен)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Высокий уровень подготовки без ошибок и недочетов. Студент дал полный и развернутый ответ на все теоретические вопросы, подтверждает теоретический материал практическими примерами.
отлично	Высокий уровень подготовки с незначительными ошибками. Студент дал полный и развернутый ответ на все теоретические вопросы, подтверждает теоретический материал практическими примерами.
очень хорошо	В целом хорошая подготовка с заметными ошибками или недочетами. Студент дает полный ответ на все теоретические вопросы, но имеются неточности в определениях понятий, процессов и т.п. При ответах на

Оценка	Критерии оценивания
	дополнительные и уточняющие вопросы недочеты устраняются.
хорошо	В целом хорошая подготовка с заметными ошибками или недочетами. Студент дает полный ответ на все теоретические вопросы, но имеются неточности в определениях понятий, процессов и т.п. Допускаются ошибки при ответах на дополнительные и уточняющие вопросы.
удовлетворительно	Минимально достаточный уровень подготовки. Студент показывает минимальный уровень теоретических знаний, делает существенные ошибки, но при ответах на наводящие вопросы, может правильно сориентироваться и в общих чертах дать правильный ответ.
неудовлетворительно	Подготовка недостаточная и требует дополнительного изучения материала. Студент дает ошибочные ответы, как на теоретические вопросы, так и на наводящие и дополнительные вопросы.
плохо	Студент отказался отвечать.

**Типовые задания (Контрольные вопросы - Экзамен) для оценки сформированности компетенции ПК-1 (Способен осуществлять информационный поиск по выбранной научной тематике в области биологии, излагать и критически анализировать получаемую информацию, представлять результаты исследований в виде презентаций, научно-технических отчетов, обзоров, аналитических карт, пояснительных записок, публикаций в научных изданиях; поддерживать дискуссию по актуальным вопросам биологии и экологии)**

1. Прямое действие ионизирующего излучения: природа первичных физических процессов, приводящих к инактивации молекул. Особенности взаимодействия с веществом альфа, бета и гамма- излучения, нейтронов.
2. Физико-химическая и химическая стадии действия излучения. Структурные повреждения в молекулах и процессы миграции энергии.
3. Зависимость эффекта от дозы при прямом действии ИИ на макромолекулы. Анализ механизмов инактивации макромолекул.
4. Основные реакции радиолитической воды и органических молекул; основные реакции радикалов органических молекул
5. Основные изменения, возникающие при действии ионизирующего излучения на нуклеиновые кислоты, белки, липиды и их обмен.
6. Реакция клеток на облучение. Количественный критерий клеточной радиочувствительности. Зависимость выживаемости клеток от фазы жизненного цикла.
7. Основные физико-химические процессы, возникающие в клетке после облучения. Образование свободных радикалов. Изменение окислительно-восстановительного гомеостаза.
8. Механизмы лучевого поражения клеток. Основные типы повреждения ДНК и механизмы репарации ДНК от повреждения. Мембранный эффект действия радиации.
9. Механизмы восстановления клеток от радиационного поражения.
10. Организмы различной радиочувствительности. Действие радиации на растения, микроорганизмы, животных.
11. Особенности лучевого поражения организма млекопитающих. Лучевая болезнь.
12. Опосредованные эффекты облучения.
13. Отдаленные последствия действия ионизирующего излучения на организм человека. Действие на иммунитет.



14. Особенности внешнего и внутреннего облучения
15. Понятие малых и сверхмалых доз радиации.
16. Гиперрадиочувствительность, обратный эффект мощности дозы.
17. Особенности действия и биологические эффекты малых доз радиации. Неспецифическая реакция мембран.
18. Эффект гормезиса.
19. Физико-химические механизмы усиления действия радиации. Радиосенсибилизаторы.
20. Химическая защита от лучевого поражения. Механизмы действия радиопротекторов. Основные гипотезы механизмов действия радиозащитных средств.

## **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

Основная литература:

1. Кудряшов Юрий Борисович. Радиационная биофизика (ионизирующие излучения) : учеб. для студентов вузов, обучающихся по специальностям "Биофизика", "Физика атомного ядра и частиц", "Медицинская физика", "Биохимическая физика" / под ред. В. К. Мазурика, М. Ф. Ломанова ; МГУ им. М. В. Ломоносова. - М. : Физматлит, 2004. - 448 с. - ISBN 5-9221-0388-1 : 220.00., 9 экз.
2. Ярмоненко С. П. Радиобиология человека и животных : [учеб. для вузов по специальностям "Биофизика" и "Биохимия"]. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Высшая школа, 1984. - 375 с. : ил. - 1.20., 11 экз.
3. Кудряшов Ю. Б. Основы радиационной биофизики : [учеб. для ун-тов по специальности "Биофизика"]. - М. : Изд-во МГУ, 1982. - 302 с. : ил. - 1.10., 12 экз.

Дополнительная литература:

1. Радиобиология : учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки - "Ветеринария" / под ред. Н. П. Лысенко, В. В. Пака. - Изд. 2-е, испр. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2012. - 576 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-1330-0 : 1393.65., 4 экз.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

<http://www.studentlibrary.ru>  
<http://www.studmedlib.ru>  
<http://znanium.com>  
<https://www.biblio-online.ru>  
<https://elibrary.ru/defaultx.asp>

## **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению 06.03.01 - Биология.

Автор(ы): Мысягин Сергей Алексеевич, кандидат биологических наук.

Рецензент(ы): Синицына Юлия Витальевна, кандидат биологических наук.

Заведующий кафедрой: Воденеев Владимир Анатольевич, доктор биологических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 06.09.2022, протокол № 1.