

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Обнинский институт атомной энергетики –

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

ОТДЕЛЕНИЕ BIOTEХНОЛОГИЙ

Одобрено на заседании
УМС ИАТЭ НИЯУ МИФИ
Протокол № 3-8/2022 от 30.08.2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

РАДИАЦИОННАЯ БИОФИЗИКА

для магистров направления подготовки

03.04.02 Физика

образовательная программа

«Инновационные технологии в ядерной медицине»

Форма обучения: очная

г. Обнинск 2022 г.

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Цель изучения дисциплины:

- формирование у студентов биофизического подхода к механизмам действия и последствиям радиационного воздействия на живые системы.

Задачи изучения дисциплины:

- дать биофизические основы реакций биологических систем на действие ионизирующих излучений;
- изложить биофизические принципы реакций биологических систем на действие неионизирующих излучений;
- описать возможности прогнозирования и оптимизации синергических эффектов при комбинированном действии различных вредных факторов окружающей среды;
- воспитать объективное отношение к реальным опасностям и последствиям воздействия ионизирующих и неионизирующих излучений

В результате освоения ООП магистратуры обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Коды компетенций	Результаты освоения ООП (содержание компетенций)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОПК-1	Способен применять фундаментальные знания в области физики для решения научно-исследовательских задач, а также владеть основами педагогики, необходимыми для осуществления преподавательской деятельности	З-ОПК-1 – Знать: фундаментальные законы и принципы физики; основы психологии и педагогики. У-ОПК-1 – Уметь: применять полученные знания для решения научно-исследовательских задач в своей профессиональной деятельности; представлять законы и принципы физики в виде математических уравнений, формул, графиков, качественного описания; применять основы психологии, методики преподавания в педагогической деятельности. В-ОПК-1 – Владеть: навыками решения научно-исследовательских задач в области экспериментальной и теоретической физики; педагогическими технологиями, необходимыми для ведения преподавательской деятельности.
ПК-4	Способен руководить научно-исследовательской деятельностью обучающихся младших курсов в области физики	З-ПК-4 – Знать: методику и методологию по организации научно-исследовательской деятельности обучающихся по всем уровням высшего образования; основные требования, нормы и правила

		<p>оформления отчетной документации по научно-исследовательской деятельности обучающихся.</p> <p>У-ПК-4 – Уметь: организовывать научно-исследовательскую деятельность в области физики обучающихся по программам бакалавриата, специалитета, магистратуры.</p> <p>В-ПК-4 – Владеть: навыками подготовки и оформления научных отчетов, публикаций; навыками представления результатов научно-исследовательской деятельности; навыками организации и управления научно-исследовательскими и опытно-конструкторскими работами студентов по профилю профессиональной деятельности.</p>
--	--	--

2. Место дисциплины в структуре ООП магистратуры

Дисциплина реализуется в рамках части, формируемой участниками образовательных отношений, блока «Дисциплины» программы магистратуры и относится к профессиональному модулю, раздел «Дисциплины по выбору».

Дисциплина изучается на 2 курсе в 3 семестре.

3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 4 зачетных единиц (з.е.), 144 академических часа.

3.1. Объем дисциплины по видам учебных занятий (в часах)

Вид работы	Количество часов на вид работы
Контактная работа обучающихся с преподавателем	
Аудиторные занятия (всего)	32
В том числе:	
<i>лекции</i>	-
<i>практические занятия(из них в форме практической подготовки)</i>	-
<i>лабораторные занятия(из них в форме практической подготовки)</i>	32
Промежуточная аттестация	
В том числе:	
<i>зачет с оценкой</i>	+
Самостоятельная работа обучающихся	112
Всего (часы):	144
Всего (зачетные единицы):	4

4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)

№ п/п	Наименование раздела /темы дисциплины	Виды учебной работы				
		Лек	Пр	Лаб	Внеауд	СРО
1.	Раздел 1 Биофизика ионизирующих излучений	-	-	12	-	40
1.1	Тема 1.1 Радиация в биосфере и дозы облучения. Взаимодействие ионизирующих излучений с веществом	-	-	4	-	14
1.2	Тема 1.2 Прямое и косвенное действие радиации Теория попаданий и мишени.	-	-	4	-	14
1.3	Тема 1.3 Проблемы пострадиационного восстановления Радиочувствительность и степень сложности биологической организации.	-	-	4	-	12
2.	Раздел 2 Биофизика неионизирующих излучений	-	-	10	-	36
2.1	Тема 2.1 Взаимодействие неионизирующих излучений с биологическими объектами	-	-	5	-	18
2.2	Тема 2.2 Специфические и тепловые эффекты неионизирующих излучений	-	-	5	-	18
3.	Раздел 3 Биофизические аспекты комбинированных воздействий факторов окружающей среды	-	-	10	-	36
3.1	Тема 3.1. Прогнозирование синергических эффектов	-	-	5	-	18
3.2	Тема 3.2 Зависимость синергизма от последовательности применения и интенсивности применяемых агентов	-	-	5	-	18
	Всего:	-	-	32	-	112

*Прим.: Лек – лекции, Пр – практические занятия, Лаб – лабораторные занятия, СРО – самостоятельная работа обучающихся

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

4.2.1. Лекционный курс и практические занятия

Не предусмотрены

4.2.2. Лабораторные занятия

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1.	Раздел 1 Биофизика ионизирующих излучений	
1.1.	Тема 1.1. Радиация в биосфере и дозы облучения. Взаимодействие ионизирующих излучений с веществом	Открытие ионизирующего излучения. Радиоактивный распад ядер и естественные источники ионизирующего излучения. Взаимодействие фотонов и электронов с веществом. Взаимодействие плотноионизирующих частиц с веществом. Дозы радиационного облучения. Источники ионизирующего излучения, созданные человеком. Радиоактивный распад. Относительная роль ионизаций и возбуждения. Решение задач.
1.2.	Тема 1.2. Прямое и косвенное действие	Радиолиз воды. Радиочувствительность и разбавление растворов. Парадоксы действия ионизирующего излучения.

	радиации. Теория попадания и мишени	Основные идеи теории попадания и мишени. Химическая защита, кислородный эффект, радиосенсибилизаторы. Влияние замораживания на радиочувствительность. Обезвоженность и радиорезистентность. Одно и многоударные кривые (одна мишень). Кривые доза-эффект в многомишенных системах. Проверка предсказаний теории мишени. Решение задач.
1.3	Тема 1.3 Проблемы пострадиационного восстановления Радиочувствительность и степень сложности	Восстановление от повреждений – общее свойство живых организмов. Восстановление клеток от потенциально летальных повреждений. Механизмы репарации. Математическая модель восстановления. Восстановление клеток от сублетальных повреждений. Мутагенез и надёжность генома. Надёжность генома и кариотаксоны. Распределение биологических объектов по кариотаксонам. Восстановление от летальных повреждений, вызванных химическими веществами. Восстановление клеток от повреждений генетического аппарата. Природа радиационных повреждений в разных кариотаксонах. Механизмы ароморфозов (качественное возрастание надёжности). Механизмы поддержания надёжности генома. Решение задач.
2.	Раздел 2 Биофизика неионизирующих излучений	
2.1.	Тема 2. Взаимодействие неионизирующих излучений с биологическими объектами	Характеристики электрического поля. Электрическое поле Земли. Характеристика магнитных полей. Движение заряженных частиц в магнитном поле. Биомagnetизм. Характеристики магнитного поля Земли. Радиационные пояса Земли. Вариации магнитного поля Земли. Ориентация по магнитному полю Земли. Экологическое значение магнитного поля Земли. Взаимодействие электрических полей с тканями. Биологическое действие электрических полей. Взаимодействие магнитных полей с тканями. Биологические эффекты магнитных полей. Физические характеристики и классификация неионизирующих ЭМИ. Электрические свойства ткани и частота ЭМИ. Сечение взаимодействия.
2.2.	Тема 2.2 Специфические и тепловые эффекты неионизирующих излучений	Действие ЭМИ на лабораторных животных. Эффективность действия ЭМИ разных частот. Патологические эффекты. Электромагнитное загрязнение биосферы. Методологические подходы и принципы нормирования. Стандарты электромагнитной безопасности. Использование неионизирующих электромагнитных излучений в медицине. Комбинированное действие неионизирующих ЭМИ с другими факторами окружающей среды. Низкочастотные ЭМП и население. Регламентация работы с персональными компьютерами и мобильными телефонами.
3	Раздел 3 Биофизические аспекты комбинированных воздействий факторов окружающей среды	
	Тема 3.1 Прогнозирование синергических эффектов	Совместное действие ионизирующего излучения и других факторов. Ультрафиолетовый свет в комбинации с другими агентами. Основные постулаты и формулировка математической модели синергизма. Предсказания модели. Коэффициент синергического усиления радиационного эффекта. Взаимодействие факторов различной природы.

	Тема 3.2 Зависимость синергизма от последовательности применения и интенсивности применяемых агентов	Влияние интенсивности ультрафиолетового излучения на эффекты синергизма при комбинированном действии с гипертермией. Возможные взаимодействия факторов окружающей среды. Количественная оценка синергического взаимодействия. Зависимость синергизма от мощности дозы. Зависимость эффекта синергизма от интенсивности и ультрафиолетового излучения. Зависимость эффекта синергизма от интенсивности ультразвукового излучения. Влияние концентрации химических препаратов на проявление эффектов синергизма. Теоретическая оценка зависимости синергического взаимодействия от мощности дозы и интенсивности воздействующих агентов.
--	--	--

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Для самостоятельной работы, подготовки к выполнению лабораторных работ и сдачи коллоквиума на кафедре разработаны следующие методические рекомендации и пособия:

- 1) Петин В. Г., Жураковская Г. П., Комарова Л. Н. Радиобиологические основы синергических взаимодействий в биосфере. – М.: ГЕОС, 2012.-219 с. – 9 шт.
- 2) Петин В. Г. Биофизика неионизирующих физических факторов окружающей среды : учеб. пособие. – Обнинск: МРНЦ РАМН, 2006. 265 с. – 10 экз.
- 3) Комарова Л.Н., Петин В.Г. Модификация радиочувствительности: новые горизонты и перспективы. – Обнинск: ИАТЭ, 2007. – 190 с. – 50 шт.

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

6.1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам)	Код контролируемой компетенции (или её части) / и ее формулировка	Наименование оценочного средства
1.	Раздел 1	ОПК-1 ПК-4	Контрольные работы Решение задач Коллоквиум Доклады Зачет с оценкой (первый вопрос в билете)
2.	Раздел 2	ОПК-1 ПК-4	Контрольные работы Коллоквиум Доклады Зачет с оценкой (второй вопрос в билете)
3.	Раздел 3	ОПК-1 ПК-4	Контрольные работы Коллоквиум Рефераты Зачет с оценкой (первый вопрос в билете)

6.2. Типовые контрольные задания или иные материалы

6.2.1. Зачет с оценкой

а) типовые вопросы:

1. Парадоксы ионизирующего излучения
2. Гипотеза точечного тепла
3. Основные идеи теории попадания и мишени
4. Одно- и многоударные кривые доза-эффект (одна мишень)
5. Кривые доза-эффект в многомишенных моделях
6. Проверка предсказаний теории мишени
7. Восстановление от потенциально летальных повреждений
8. Восстановление от сублетальных повреждений
9. Радиочувствительность и степень сложности биоорганизации
10. Радиочувствительность и надёжность генома
11. Надёжность генома и кариотаксоны
12. Природа радиационных повреждений в кариотаксонах
13. Прямое и косвенное действие радиации
14. Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом
15. ОБЭ и ЛПЭ
16. Проблемы в медицинской радиологии возникают при фракционировании облучения
17. Загрязнение биосферы неионизирующими электромагнитными излучениями.
18. Главные отличия механизмов потерь энергии ионизирующих и неионизирующих излучений.
19. Характеристика электрического поля. Электрическое поле Земли.
20. Взаимодействие электрических полей с тканями. Биологическое действие электрических полей.
21. Характеристика магнитных полей. Движение заряженных частиц в магнитном поле.
22. Биологические эффекты магнитных полей
23. Характеристика магнитного поля Земли. Радиационные пояса Земли.
24. Экологическое значение магнитного поля Земли
25. Физические характеристики и классификация неионизирующих ЭМИ
26. Регламентация работы на персональных компьютерах.
27. Регламентация использования мобильных телефонов
28. Тепловые эффекты электромагнитных неионизирующих излучений.
29. Применение тепловых эффектов микроволн в медицинской радиологии.
30. Специфические эффекты электромагнитных неионизирующих излучений.
31. Причина различия норм радиоволновой безопасности в разных странах
32. Пути гармонизации норм радиоволновой безопасности в разных странах.
33. Биофизические принципы зрения и восприятия звука.
34. Биологические эффекты и механизмы действия инфракрасного излучения.
35. Фотобиологические реакции.
36. Биологическое значение ультрафиолетового излучения.
37. Биологические эффекты, индуцируемые ультразвуком и инфразвуком.
38. Почему последовательное применение агентов является менее эффективным, чем их одновременное действие?
39. Как зависит эффективность последовательного применения двух агентов от интервала времени между их действием?
40. Количественное и качественное сопоставление фактора изменения дозы и коэффициента синергического усиления – параметров, используемых для описания комбинированных воздействий факторов окружающей среды.

41. Биофизическая модель для описания и интерпретации биологических эффектов, индуцируемых при последовательном применении вредных факторов.
42. Теоретическая оценка зависимости синергического взаимодействия от мощности дозы ионизирующего излучения.
43. Зависимость синергизма одновременного действия гипертермии с ультрафиолетовым светом или ультразвуком.
44. Синергизм, антагонизм и аддитивность
45. Прогнозирование и оптимизация комбинированных воздействий
46. Математическая модель синергизма
47. Почему зависимость синергизма от интенсивности применяемых агентов прямо указывает на потенциальную значимость синергизма при малых интенсивностях воздействующих агентов, реально встречающихся в биосфере?

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

Ответ оценивается по следующим критериям:

- правильность, полнота и логичность построения ответа;
- умение оперировать специальными терминами;
- использование в ответе дополнительного материала;
- умение иллюстрировать теоретические положения практическим материалом;

в) описание шкалы оценивания:

Допуск к зачету с оценкой по дисциплине осуществляется при количестве баллов более 35.

За семестр студент может набрать от 35 до 60 баллов.

Минимальный балл за ответ на зачете с оценкой – 20, максимальный – 40.

Общая оценка в случае дифференцировки выглядит следующим образом:

- 60-74 баллов – «удовлетворительно»;
- 75-89 баллов – «хорошо»;
- 90-100 баллов – «отлично».

Оценка «отлично» на зачете с оценкой ставится при:

- правильном, полном и логично построенном ответе;
- умении оперировать специальными терминами;
- использовании в ответе дополнительного материала;
- умении иллюстрировать теоретические положения практическим материалом.

Оценка «хорошо» на зачете с оценкой ставится при:

- правильном, полном и логично построенном ответе, но имеются негрубые ошибки или неточности;
- умении оперировать специальными терминами, но возможны затруднения в использовании практического материала;
- использовании в ответе дополнительного материала;
- умении иллюстрировать теоретические положения практическим материалом, но делаются не вполне законченные выводы или обобщения.

Оценка «удовлетворительно» на зачете с оценкой ставится при:

- схематичном неполном ответе;
- неумении оперировать специальными терминами или их незнании;
- с одной грубой ошибкой;
- неумении приводить примеры практического использования научных знаний;

Оценка «неудовлетворительно» на зачете с оценкой ставится при:

- ответе на все вопросы билета с грубыми ошибками;
- неумении оперировать специальной терминологией;
- неумении приводить примеры практического использования научных знаний.

6.2.2. Контрольная работа

а) типовые задания (вопросы) - образец:

Контрольная работа БИОФИЗИКА ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ

Вариант 1.

1. Чем объясняется различие в энергии ионизации атомов гелия (24,6 эВ) и атомов цезия (3,9 эВ)?
2. Какие виды ионизирующего излучения Вы знаете?
3. Чем отличаются кванты рентгеновского излучения от гамма квантов при одинаковой частоте (энергии)? Как возникают γ -кванты? Как возникает рентгеновское излучение?
4. Что такое фотоэлектрический эффект? За счет чего возникает ионизация при фотоэлектрическом эффекте?
5. Почему глубина проникновения электрона меньше длины его пробега?
6. Какая разница между электронами и β -частицами? Что такое δ -электроны?
7. Что такое α -распад? Откуда возникают α -частицы?
8. Что такое β -распад? Как возникают β -частицы?
9. По современным представлениям, ДНК является мишенью клетки при действии ионизирующего излучения. При переходе от гаплоидных клеток к диплоидным ДНК увеличилась в 2 раза. Что происходит с радиочувствительностью?

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

Контрольные работы проводятся 2 раза в семестр на модульных неделях по расписанию, устанавливаемому деканатом. Они проводятся в форме тестов или ином виде по выбору преподавателя с учетом объема изученного материала по курсу.

Оценивание студента проводится преподавателем независимо от наличия или отсутствия студента (по уважительной или неуважительной причине) на занятии. Студенту, пропустившему по уважительной причине контрольную модульную работу, предоставляется возможность отработки. Отработать занятие можно по согласованию с преподавателем в четко установленные сроки в соответствии с графиком консультаций преподавателя, который имеется на кафедре и на официальном сайте кафедры.

Оценивается степень усвоения теоретических знаний по следующим критериям: правильность, полнота и логичность письменного ответа, способностью проиллюстрировать ответ примерами.

в) описание шкалы оценивания:

Максимальный балл за контрольную работу – 10. Каждый вопрос оценивается в 1 балл.

6.2.3. Коллоквиум

а) типовые задания (вопросы) - образец:

Оценочные средства представлены тематикой и вопросами, разработанными для обсуждения на лабораторных занятиях.

Раздел 1. Биофизика ионизирующих излучений

1. Парадоксы биологического действия ионизирующего излучения и их интерпретация?
2. Объяснение зависимости биологических эффектов от качества излучения.

3. Какие данные послужили базой для формулировки основных постулатов теории попадания и мишени?
4. Все взрывы ядерного оружия происходили в северном полушарии, причем некоторые – вблизи экватора, но все-таки в северном полушарии. Перемешались ли глобальные выпадения радиоактивности от этих взрывов по всему Земному шару?
5. Почему для защиты от редкоизионизирующего излучения применяют свинец, а для защиты от нейтронов его применять нельзя?
6. Как доказать, что происходит восстановление клеток, а не размножение при выдерживании облученных клеток в непитательной среде?
7. Какие проблемы в медицинской радиологии возникают при фракционировании облучения?
8. С увеличением ДНК в клетке её устойчивость к действию радиации должна уменьшаться (увеличилась мишень). Однако это не всегда так. Почему?
9. Как распределены биологические объекты по радиотаксонам? Почему?
10. Какую роль играет надежность клеточных систем в эволюции?

Раздел 2. Биофизика неионизирующих излучений

1. Загрязнение биосферы неионизирующими электромагнитными излучениями.
2. Главные отличия механизмов потерь энергии ионизирующих и неионизирующих излучений.
3. Регламентация работы на персональных компьютерах.
4. Регламентация использования мобильных телефонов
5. Тепловые эффекты электромагнитных неионизирующих излучений.
6. Применение тепловых эффектов микроволн в медицинской радиологии.
7. Специфические эффекты электромагнитных неионизирующих излучений.
8. В чем причина различия норм радиоволновой безопасности в разных странах?
9. Пути гармонизации норм радиоволновой безопасности в разных странах.
10. Биофизические принципы зрения и восприятия звука.

Раздел 3. Биофизические аспекты комбинированных воздействий факторов окружающей среды

1. Почему последовательное применение агентов является менее эффективным, чем их одновременное действие?
2. Как зависит эффективность последовательного применения двух агентов от интервала времени между их действием?
3. Количественное и качественное сопоставление фактора изменения дозы и коэффициента синергического усиления – параметров, используемых для описания комбинированных воздействий факторов окружающей среды.
4. Биофизическая модель для описания и интерпретации биологических эффектов, индуцируемых при последовательном применении вредных факторов.
5. Теоретическая оценка зависимости синергического взаимодействия от мощности дозы ионизирующего излучения.
6. Зависимость синергизма одновременного действия гипертермии с ультрафиолетовым светом или ультразвуком.
7. Почему зависимость синергизма от интенсивности применяемых агентов прямо указывает на потенциальную значимость синергизма при малых интенсивностях воздействующих агентов, реально встречающихся в биосфере?

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

Коллоквиум проходит в форме развернутой беседы преподавателя со студентом. Студент отвечает на один заданный преподавателем вопрос. Преподаватель, в случае не полного ответа может задать дополнительные вопросы.

в) описание шкалы оценивания:

5 баллов ставится, если:

- изученный материал изложен полно, определения даны верно;
- ответ показывает понимание материала;
- обучающийся может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, не только по учебнику и конспекту, но и самостоятельно составленные.

4 балла ставится, если:

- изученный материал изложен достаточно полно;
- при ответе допускаются ошибки, заминки, которые обучающийся в состоянии исправить самостоятельно при наводящих вопросах;
- обучающийся затрудняется с ответами на 1-2 дополнительных вопроса.

3 балла ставится, если:

- материал изложен неполно, с неточностями в определении понятий или формулировке определений;
- материал излагается непоследовательно;
- обучающийся не может достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры;
- на 50% дополнительных вопросов даны неверные ответы.

2 балла ставится, если:

- при ответе обнаруживается полное незнание и непонимание изучаемого материала;
- материал излагается неуверенно, беспорядочно;
- даны неверные ответы более чем на 50% дополнительных вопросов.

6.2.4. Доклад

а) типовые задания (вопросы) - образец:

Примерные темы докладов

1. Комбинированное действие ионизирующего излучения и других факторов.
2. Видимый свет
3. Мария Склодовская-Кюри (биография)
4. Антуан Анри Беккерель (биография)
5. Акустические колебания в жизни человека и животных: ультразвук
6. Акустические колебания в жизни человека и животных: инфразвук

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

Доклад – устное выступление студента, являющееся результатом его самостоятельной подготовки по заранее полученной теме и в соответствии с требованиями к «Самостоятельной работе студентов».

Выступление во время доклада, как правило, рассчитано на 6-7 минут, не может превышать установленное время, должно строго соответствовать объявленной теме. Приветствуются доклады с дополнительным использованием презентаций и мультимедийной техники.

Во время выступления студент может использовать свободную речь близко к тексту доклада, однако вправе зачитывать подготовленный им текст, демонстрируя владение материалом. Речь должна быть четкая, громкая, выразительная и эмоциональная.

Обязательным элементов процедуры доклада является его обсуждение. Студентам группы предлагается задавать докладчику вопросы по теме доклада, что вправе сделать и преподаватель. В завершении возможна дискуссия.

в) описание шкалы оценивания:

Домашняя (внеаудиторная) подготовка доклада оценивается до 2-х баллов, выступление и ответы на вопросы до 2-х баллов. Итого за выполнение данного задания студент может получить до 4-х баллов.

Критерии оценки устного выступления.

2 балла (максимальная оценка) – выступление (доклад) отличается последовательностью, логикой изложения, легко воспринимается аудиторией, при ответе на вопросы выступающий демонстрирует глубину владения представленным материалом, ответы формулируются аргументировано, обосновывается собственная позиция в проблемных ситуациях.

1,5 балла – выступление (доклад) отличается последовательностью, логикой изложения, но обоснование сделанных выводов не достаточно аргументировано, неполно раскрыто содержание проблемы.

1 балл – выступающий передает содержание проблемы, но не демонстрирует умение выделять главное, существенное, выступление воспринимается аудиторией сложно, ответы на вопросы поверхностные, либо вызывают у докладчика затруднение.

0 баллов – доклад краткий, поверхностный, несамостоятельный, докладчик не разбирается в сути вопроса, не может представить его в аудитории.

6.2.5. Реферат

а) Примерные темы рефератов:

1. Защита от неионизирующих излучений
2. Ультрафиолетовое излучение
3. Инфракрасное излучение
4. Открытие рентгеновских лучей. Нобелевская премия.
5. Вред мобильного телефона, правда или вымысел?

б) Критерии оценивания компетенций:

- правильность оформления реферата (титовая страница, оглавление и оформление источников);
- уровень раскрытия темы реферата / проработанность темы;
- структурированность материала;
- количество использованных литературных источников.

Правила к оформлению рефератов приведены в УМКД и на сайте кафедры.

в) описание шкалы оценивания

Оценивание рефератов проводится по принципу «зачтено» / «не зачтено».

«Зачтено» выставляется в случае, если реферат оформлен в соответствии с требованиями методических указаний, тема достаточно проработана, материал хорошо структурирован, количество используемой литературы не менее 5 источников. В случае, если какой-либо из критериев не выполнен, реферат возвращается на доработку.

6.2.6. Решение задач:

а) Примерные типы задач:

1. $^{210}\text{Po}_{84}$ претерпевает α -распад. Что получается в результате?

2. Если N_0 – исходное число радиоактивных атомов, а λ постоянная радиоактивного распада, то $N = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$. Пусть $\lambda = 3,8$ дней⁻¹. Найти период полураспада.
3. Нарисовать кривые доза-эффект при $D_0 = 1$ Гр и критическом числе попаданий $n = 1$ и $n = 10$.
4. $^{60}\text{Co}_{27}$ претерпевает β -распад. Возбужденное ядро кобальта испускает γ -квант (точнее – 2 γ -кванта). Что получается в результате?
5. $^{86}\text{Rn}^{222}$ претерпевает α -распад. Что получается в результате?
6. Если N_0 – исходное число радиоактивных атомов, а λ постоянная радиоактивного распада, то $N = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$. Известно, что период полураспада $T_{1/2} = 4$ дня для радона. Через какой промежуток времени его активность упадет в 10 и 100 раз?
7. Для экспоненциальных кривых доза-эффект D_0 (гамма квантов) = 10 Гр. ОБЭ α -частиц равна 5. Нарисовать в логарифмическом масштабе кривую доза-эффект после облучения α -частицами.
8. Если N_0 – исходное число радиоактивных атомов, а λ постоянная радиоактивного распада, то $N = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$. Пусть $\lambda = 100$ лет⁻¹. Найти период полураспада.
9. Для экспоненциальных кривых доза-эффект D_0 (гамма квантов) = 10 Гр. ОБЭ нейтронов равна 3. Нарисовать в логарифмическом масштабе кривую доза-эффект для нейтронного облучения.
10. Релятивистское выражение для энергии частиц $E = \frac{mc^2}{\sqrt{1-v^2/c^2}} - mc^2$. Для электронов $mc^2 = 0,512$ МэВ. Масса протона равна 1840 масс электрона. Скорость света в воде $c/n = c/1,34 = 0,74c$, где n – показатель преломления. Найти пороговую энергию для электронов и протонов, начиная с которой скорость их движения в ткани (воде) превышает скорость света в вакууме?
11. Для экспоненциальных кривых доза-эффект бактериальных клеток D_0 (гамма квантов) = 1 Гр. ОБЭ α -частиц для этих клеток равна 0,5. Нарисовать в логарифмическом масштабе кривые доза-эффект после облучения γ -квантами и α -частицами.
12. Нарисовать произвольную кривую зависимости выживаемости от дозы. Пусть под действием радиосенсибилизатора эта кривая изменилась, а фактор изменения дозы равен пяти. Нарисовать полученную в этом случае кривую.

б) Критерии оценивания компетенций:

- правильность рассмотрения ситуации
- четкое и верное трактование ситуации.
- логически выстроенный, правильный ход решения
- получение правильного ответа

в) описание шкалы оценивания

Максимальное количество баллов – 4. Каждый критерий оценивается в один балл.

Интерактивные методы

Интерактивные методы позволяют учиться взаимодействовать между собой, включая преподавателя. Они соответствуют личностно-ориентированному подходу, предполагают

коллективное, обучение в сотрудничестве. Преподаватель выступает в роли организатора процесса обучения, лидера группы, создателя условий для инициативы студентов.

Цель: понять взаимосвязь между событиями, анализировать, иметь свое мнение, стимулировать познавательную активность, сопоставлять новые факты и мнения с тем, что ранее изучено.

Задачи: научить аргументировать и толерантно вести диспут, глубже вникать в сущность новой темы, мысленно разделять материал на важнейшие логические части; осмыслению логики и последовательности в изложении учебного материала, к выделению в нем главных и наиболее существенных положений.

Интерактивные занятия проводятся в виде:

Интерактивные методы позволяют студентам в процессе обучения взаимодействовать между собой, включая преподавателя. Они соответствуют лично-ориентированному подходу, предполагают коллективное, обучение в сотрудничестве. Преподаватель выступает в роли организатора процесса обучения, лидера группы, создателя условий для инициативы студентов.

Цель: понять взаимосвязь между событиями, анализировать, иметь свое мнение, стимулировать познавательную активность, сопоставлять новые факты и мнения с тем, что ранее изучено.

Задачи: научить аргументировать и толерантно вести диспут, глубже вникать в сущность новой темы, мысленно разделять материал на важнейшие логические части; осмыслению логики и последовательности в изложении учебного материала, к выделению в нем главных и наиболее существенных положений.

Рефлексия

Проводится на лабораторном занятии. Как правило, в конце занятия, студентам предлагается проблемный вопрос по теме занятия, на который им необходимо дать письменный ответ в течение 10 минут, используя знания, полученные в ходе лабораторного занятия, собственный кругозор и эрудицию.

Письменный ответ оценивается до 2-х баллов.

2 балла – студент понимает суть поставленной проблемы, дает развернутый ответ, где приводит свое собственное суждение или выбирает его из предложенных.

1 балл – студент в целом понимает суть вопроса, приводит свое собственное суждение, но не подтверждает его конкретными фактами, либо приведенные факты не раскрывают суть вопроса, не имеют к нему никакого отношения.

0 баллов – ответ отсутствует.

Проблемный семинар

Проводится в форме дискуссии. Особенностью проблемного семинара является сочетание «мозгового штурма» и «творческой дискуссии», индивидуальной и групповой работы, как на этапе подготовки, так и во время его проведения. На семинаре не только не запрещаются, но и приветствуются критические замечания и вопросы. Основой проблемного семинара является создание проблемной ситуации, которая ставится заблаговременно (не менее чем за 7-10 дней). Намечается то, что нужно получить в результате подготовки, тем самым формируется некоторое первичное представление о задачах и сути исследования. Студенты самостоятельно осуществляют поиск необходимых сведений по рассматриваемой теме, знакомятся с различными мнениями и вариантами предложений по ее решению.

- активность студента в семинаре;
 - грамотно и аргументировано излагать свои идеи во время дискуссии;
 - подготовка к проблемному семинару (данные, сведения и мнения) по рассматриваемой теме.
- в) описание шкалы оценивания:

«0-3» баллов

Каждый критерий оценивается в 1 балл.

6.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедура оценивания знаний, умений, навыков по дисциплине «Радиационная биофизика» включает учет успешности по всем видам оценочных средств. Оценка качества подготовки включает текущую и промежуточную аттестацию.

Текущий контроль представляет собой проверку усвоения учебного материала, регулярно осуществляемую на протяжении обучения на каждом семинаре.

Текущий контроль осуществляется в форме решения задач, докладов, коллоквиума и контрольных работ.

Формами **промежуточного контроля** является зачет с оценкой, баллы за который выставляются по итогам устного опроса на зачете с оценкой.

Зачет с оценкой складывается из двух оценочных средств, устный ответ на вопросы к зачету с оценкой, при этом студент должен ответить на 3 вопроса из примерного перечня вопросов для подготовки к зачету с оценкой и отчитаться по лабораторным работам за второй семестр.

Оценка по дисциплине выставляется по следующим критериям:

«Отлично» выставляется при предоставлении отчетов по лабораторным работам (не менее 70%), сданном зачете с оценкой на отлично.

«Хорошо» выставляется при предоставлении отчетов по лабораторным работам (не менее 70 %) и сданном зачете с оценкой на хорошо.

«Удовлетворительно» выставляется при предоставлении отчетов по лабораторным работам (не менее 70 %) и сданном зачете с оценкой на удовлетворительно.

«Неудовлетворительно» выставляется студентам, если не предоставлены отчеты по лабораторным работам, либо на зачете с оценкой студент набрал менее 20 баллов.

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) основная учебная литература:

- 1) Петин В. Г., Жураковская Г. П., Комарова Л. Н. Радиобиологические основы синергических взаимодействий в биосфере. – М.: ГЕОС, 2012.-219 с. – 9 шт.
- 2) Петин В. Г. Биофизика неионизирующих физических факторов окружающей среды : учеб. пособие. – Обнинск: МРНЦ РАМН, 2006. 265 с. – 20 экз.
- 3) Комарова Л.Н., Петин В.Г. Модификация радиочувствительности: новые горизонты и перспективы. – Обнинск: ИАТЭ, 2007. – 190 с. – 50 шт.
- 4) Антонов В.Ф. Физика и биофизика: учеб. [Электронный ресурс] / В. Ф. Антонов, Е. К. Козлова, А. М. Черныш. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010. - 480 с.- Режим доступа: <http://www.studmedlib.ru/ru/book/ISBN9785970416440.html> ЭБС "Консультант студента"
- 5) Волькенштейн, М.В. Биофизика [Электронный ресурс]/М.В. Волькенштейн. - Изд-во:Лань, 2012. - 608 с. - ISBN 978-5-8114-0851-1. Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=3898 ЭБС Изд-ва "Лань"

б) дополнительная учебная литература:

1. Цыб А.Ф. и др. Радиация и патология (учебное пособие) М.: Высшая школа, 2005. 341 с. – 20 экз.;

2. Джаксон М. Молекулярная и клеточная биофизика: учеб. пособие. – М.: Мир: Би-ном. Лаборатория знаний, 2009. 551 с.
3. Петин В.Г., Жураковская Г.П. Синергизм и интенсивность факторов окружающей среды (учебное пособие) Обнинск: ИАТЭ, 1999. 105 с. – 50 экз.
4. Петин В.Г., Сынзыныс Б.И. Комбинированное воздействие факторов окружающей среды на биологические системы (учебное пособие) Обнинск: ИАТЭ, 1998. 74 с.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее - сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины

1. <http://dmb.biophys.msu.ru> - Информационная система «Динамические модели в биологии», рассчитанная на широкий круг пользователей, включает в себя гипертекстовые документы и реляционные базы данных и обеспечивает унифицированный доступ к разнообразной информации по данной предметной области. Справочный раздел содержит сведения о научных организациях и университетах России, в которых ведутся работы по математическому моделированию в биологии, персональную информацию о российских ученых, работающих в этой области и их трудах, аннотированный список международных и российских журналов, печатающих статьи по моделированию в биологии. Библиотека содержит библиографическую, аннотированную и полнотекстовую информацию по математическому моделированию биологических процессов, в том числе специально подготовленные электронные версии более 20 российских монографий и учебных пособий по математическим моделям в биологии. (дата обращения 01.09.2014)
2. <http://elibrary.ru/defaultx.asp> - Научная электронная библиотека, крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 12 млн. научных статей и публикаций. (дата обращения 01.09.2014)
3. <http://univertv.ru> (раздел Биология) – множество видеоматериалов учебных, научных, научно-популярных по биологии (и биофизике в частности) прочитанных ведущими специалистами. (дата обращения 01.09.2014)

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

При изучении курса «Радиационная биофизика» необходимо руководствоваться дидактическими единицами, представленными в образовательном стандарте дисциплины и учебной программой, составленной согласно Стандарту.

Программа предусматривает:

Лабораторные занятия: 32 часа (2 часа в неделю).

Организация деятельности студента:

- По темам всех лабораторных занятий имеются презентации.
- Отдельно старосте группы выдается список рекомендуемой литературы, имеющейся в библиотеке ИАТЭ, для изучения тем по курсу.

Студент должен иметь лабораторную тетрадь, где оформляет конспект лабораторных занятий: кратко, схематично, последовательно фиксирует основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечает важные мысли, выделяет ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации. График консультаций имеется на кафедре и в электронном виде на страничке кафедры.

Лабораторные занятия призваны научить студентов разбираться в проблемных вопросах физиологии человека и животных, ориентироваться в специальной литературе, самостоятельно работать с литературными и электронными источниками, научиться осуществлять поиск физиологической информации, уяснять и уметь оценивать различные точки зрения.

Целью семинарских занятий для студентов, приступающих к изучению курса, является: более глубокое знакомство с ключевыми теоретическими вопросами, изучаемыми на занятиях.

Основные задачи:

1) обретение навыков научно-исследовательской работы на основе анализа текстов источников и применения различных методов исследования; 2) выработка умения самостоятельно и критически подходить к изучаемому материалу, включая библиографию и средства электронной информации (Интернет);

Организация деятельности студента:

В начале каждого семестра студенты получают план семинарских занятий, список тем для подготовки к докладам, а также проведению занятий в интерактивных формах.

Для подготовки к занятиям необходимо пользоваться рекомендациями по оформлению рефератов и подготовки докладов. Рекомендации имеются на кафедре и в электронном виде на страничке кафедры.

Контрольные работы:

Подготовка предполагает проработку лабораторного материала, составление в рабочих тетрадях вспомогательных схем для наглядного структурирования материала с целью упрощения его запоминания. Обращать внимание на основную терминологию, классификацию, отличительные особенности, наличие соответствующих связей между отдельными процессами.

Подготовка доклада к семинарскому занятию

Основные этапы подготовки доклада

- выбор темы;
- консультация преподавателя;
- подготовка плана доклада;
- работа с источниками и литературой, сбор материала;
- написание текста доклада;
- оформление рукописи и предоставление ее преподавателю до начала доклада, что определяет готовность студента к выступлению;
- выступление с докладом, ответы на вопросы.

Тематика доклада предлагается преподавателем. Доклад может быть подготовлен как в печатной, так и в рукописной форме.

Технические требования к тексту доклада: шрифт 14, интервал 1,5, объем – 3 листа.

Текст доклада должен иметь титульный лист, оформленный в соответствии с образцом, имеющимся на кафедре, и содержать Ф.И.О. студента, Ф.И.О. преподавателя, название предмета, тему доклада, год выполнения, план доклада. Доклад должен содержать правильно оформленные ссылки на использованные источники и литературу.

Студент должен провести домашнюю репетицию устного выступления с докладом и удостовериться, что по времени доклад укладывается в отведенные для него 6-7 минут.

Домашняя (внеаудиторная) подготовка доклада оценивается до 2-х баллов, выступление и ответы на вопросы также до 2-х баллов (характеристика оценки устного выступления дана выше). Итого за выполнение данного задания студент может получить до 4-х баллов.

Самостоятельная работа: 66 часов

- Студенты самостоятельно прорабатывают материал по предложенным темам. Форма отчетности – конспект. Материал входит в вопросы промежуточного, текущего и итогового контроля.

Работа с учебной и научной литературой является главной формой самостоятельной работы и необходима при подготовке к устному опросу на семинарских занятиях, к модульным контрольным работам, тестированию, зачету с оценкой. Она включает проработку лабораторного материала - изучение рекомендованных источников и литературы по тематике лабораторных занятий, конспектирование монографий и научных статей по темам семинарских занятий.

Конспекты научной литературы при самостоятельной подготовке к семинарским занятиям должны быть выполнены аккуратно, содержать ответы на каждый поставленный в теме вопрос, иметь ссылку на источник информации с обязательным указанием автора, названия и года издания используемой научной литературы. Конспект может быть опорным (содержать лишь основные ключевые позиции), но при этом позволяющим дать полный ответ по вопросу, может быть подробным. Объем конспекта определяется самим студентом.

В процессе работы с учебной и научной литературой студент может:

- делать записи по ходу чтения в виде простого или развернутого плана (т.е. создавать перечень основных вопросов, рассмотренных в источнике);
- составлять тезисы (цитирование наиболее важных, значимых мест статьи или монографии, короткое изложение основных мыслей автора);
- готовить аннотации (краткое обобщение проблемных вопросов работы);
- создавать конспекты (развернутые тезисы, которые содержат и доказательства).

Конспекты лабораторных занятий и научной литературы в обязательном порядке проверяются преподавателем либо во время семинарского занятия, либо во внеаудиторное время (по усмотрению преподавателя).

За конспект студент может получить от 0,5 до 2-х балла.

Итоговый контроль: зачет с оценкой

- Вопросы к зачету с оценкой выдаются студентам в электронном и распечатанном виде в начале семестра.

Подготовка к зачету с оценкой требует более тщательного изучения материала по теме или блоку тем, акцентирования внимания на определениях, терминах, содержании понятий, датах, именах, характеристиках отдельных событий. Как правило, при подготовке к тестированию и зачету с оценкой используется основной учебник, рекомендованный в рабочей программе, а также конспекты лабораторных занятий и научной литературы, составленные в ходе изучения всего курса.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

1. Использование слайд-презентаций при проведении лабораторных занятий.
2. Организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты (Проверка домашних заданий и консультирование посредством электронной почты).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Минимально необходимый для реализации дисциплины перечень материально-технического обеспечения включает в себя:

- аудитория для лабораторных занятий на 30 посадочных мест с ноутбуком, проектором и

экраном;

12. Другие сведения и (или) материалы

12.1. Перечень образовательных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Компетентностный подход при освоении дисциплины реализуется через использование в учебном процессе активных методов обучения – таких взаимных действий преподавателя и обучающихся, которые побуждают последних к активной мыслительной и практической деятельности в процессе овладения изучаемым материалом. Применение интерактивных режимов обучения позволяет выстраивать взаимонаправленные информационные потоки: студент – группа студентов – преподаватель.

Используются следующие виды деятельности:

- 1) Практико-ориентированная деятельность – совместная деятельность подгруппы обучающихся и преподавателя с целью решения учебных и профессионально-ориентированных задач путем выполнения лабораторных работ. Позволяет сформировать умение анализировать и решать типичные профессиональные задачи разной направленности.
- 2) Технология использования разноуровневых заданий – различают задачи и задания трех основных уровней: а) репродуктивный уровень, позволяет оценить и диагностировать знание фактического материала и умение правильно использовать специальные термины и понятия, узнавание объектов изучения в рамках определенного раздела дисциплины; б) реконструктивный уровень позволяет оценить и диагностировать умения синтезировать, анализировать, обобщать фактический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей; в) творческий уровень позволяет оценивать и диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения.
- 3) Традиционные технологии (информационные лекции) – создание условий, при которых обучающиеся пользуются преимущественно репродуктивными методами при работе с конспектами, учебными пособиями.

В интерактивных режимах по дисциплине проводятся:

– **Рефлексия** (лабораторные занятия) – 4 часа.

В конце занятия, студентам предлагается проблемный вопрос по теме занятия, на который им необходимо дать письменный ответ в течение 10 минут, используя знания, полученные в ходе лабораторных занятий, собственный кругозор и эрудицию.

– **Проблемный семинар** (лабораторные занятия) – 10 часов.

Формируются навыки использования методов моделирования и анализа при решении конкретных задач. Организуется беседа преподавателя и студентов для обсуждения результатов работы, формулирования обобщений и закономерностей.

Всего аудиторных занятий в интерактивной форме – 14 часов (33,3 % от аудиторных занятий).

12.2. Формы организации самостоятельной работы обучающихся (темы, выносимые для самостоятельного изучения; вопросы для самоконтроля; типовые задания для самопроверки)

Самостоятельная работа студентов составляет всего 66 часов и включает в себя изучение следующих тем.

1. Методы биофизических исследований в радиологии. – 20 часов.
1. Биологическое значение ультрафиолетового излучения. – 20 часов.
2. Биологические эффекты, индуцируемые ультразвуком и инфразвуком – 26 часов.

Примерные темы рефератов для самостоятельной подготовки:

1. Защита от неионизирующих излучений
2. Ультрафиолетовое излучение
3. Инфракрасное излучение
4. Вред мобильного телефона, правда или вымысел?

12.3. Краткий терминологический словарь

1. **Аддитивность** – результат комбинированного применения двух или нескольких агентов, когда конечный эффект равен сумме эффектов каждого агента.
2. **Активность** – число распадов радиоактивных ядер в единицу времени. Единицей радиоактивности в системе СИ является беккерель (Бк), которым заменена старая единица кюри (Ки). Один Бк соответствует одному распаду *радионуклида* в секунду.
3. **Аноксия** – полное отсутствие кислорода в клетке или ткани.
4. **Апоптоз** – форма гибели клетки в результате запуска специальной программы последовательной активации ряда ферментов, последние из которых разрезают ДНК на участки длиной $v=185$ пар оснований; одним из сигналов к запуску апоптоза является обнаружение повреждений ДНК во время прохождения клеткой сверхточных точек клеточного цикла ДНК.
5. **Восстановление (репарация)** – восстановление исходной структуры молекулы или жизнеспособности клетки, ткани, органа, организма после облучения.
6. **Гамма (γ)-излучение** – коротковолновое электромагнитное излучение с длиной волны <10 см, возникающее при распаде радиоактивных ядер и элементарных частиц при взаимодействии быстрых заряженных с веществом
7. **Гипертермия (в онкологии)** – способ лечения опухолей, состоящий в их локальном нагреве, или нагреве всего тела, до температуры $40-43$ °С; обычно применяется в сочетании с лучевой и/или химиотерапией, повышая их эффективность.
8. **Гипоксия** – состояние пониженного (по сравнению с тем, что считается нормой) содержания кислорода в окружающей среде, без указания на степень такого понижения.
9. **Доза поглощённая** – мера взаимодействия ионизирующего излучения с какой-либо средой (тканями организма), в пересчёте на единицу массы.
10. **Доза эквивалентная** – поглощённая доза, умноженная на коэффициент, характеризующий способность данного вида излучения повреждать ткань или орган организма; единицей эквивалентной дозы является зиверт (Зв).
11. **Доза-эффект кривые** – графическое представление, описывающее зависимость поражения объекта от поглощённой дозы.
12. **Изотопы** – разновидности одного и того же химического элемента, отличающиеся массой атомов. Ядра атомов изотопов отличаются числом нейтронов, но содержат одинаковое число протонов.
13. **Ионизация** – превращение атомов и молекул в ионы.
14. **Ионизирующее излучение** – излучение, энергия которого достаточна для разрыва межатомных связей путём удаления электрона с орбиты (ионизации).
15. **Канцерогенное действие** – способность агента индуцировать образование злокачественных новообразований (от лат. *cancer* – рак, краб).
16. **Кислородный эффект** – увеличение степени радиационного поражения объекта по мере возрастания его концентрации в окружающей клетку среде от нулевых значений pO_2 (аноксии) до 20 мм. рт. ст.
17. **Кишечный синдром** – гибель от поражения клеток эпителия тонкого кишечника, у мышей наступающая на 4-6 день после облучения.

18. **Костно-мозговой синдром** – гибель от поражения стволовых клеток костного мозга, у мышей наступающая в период с 6-го (в основном с 12-го) по 30-й день после облучения.
19. **Костный мозг** – ткань, в которой происходит образование всех форменных элементов крови; расположена в эпифизах трубчатых костей и в плоских костях таза, черепа, рёбер.
20. **Критические органы (системы)** – жизненно важные органы или системы, первыми выходящие из строя в исследуемом диапазоне доз излучения, что обуславливает гибель организма в определённые сроки после облучения; примеры: система кроветворения, тонкий кишечник, ЦНС.
21. **LD₅₀** (Летальная доза 50) – доза излучения, вызывающая гибель 50 % особей.
22. **Линейная потеря энергии (ЛПЭ)** – потери энергии на единицу длины трека ионизирующей частицы. Обычно выражается в кэВ/мкм.
23. **Некроз** – форма клеточной гибели, при которой в отличие от апоптоза внутриклеточное содержимое вытекает из клетки через повреждённую клеточную мембрану.
24. **Опухоль** (доброкачественная или злокачественная) – избыточное патологическое разрастание тканей.
25. **Относительная биологическая эффективность (ОБЭ)** – отношение поглощённой дозы стандартного излучения (обычно рентгеновского или гамма-излучения), вызывающей определённый биологический эффект, к поглощённой дозе рассматриваемого излучения, вызывающий такой же биологический эффект (например, гибель 50 % клеток или мышей).
26. **Пороговая доза** – доза, ниже которой не отмечено проявление данного эффекта облучения.
27. **Радиационная терапия (радиотерапия, лучевая терапия)** – лечение различных (в основном онкологических) заболеваний разными видами ионизирующих излучений.
28. **Радиомодификация** – искусственное изменение радиочувствительности.
29. **Радиомодифицирующие агенты** – химические и физические средства ослабления (радиопротекторы) или усиления (радиосенсибилизаторы) биологического действия ионизирующих излучений.
30. **Радиорезистентность (радиочувствительность)** – низкая чувствительность к поражающему действию ионизирующих излучений.
31. **Радиочувствительность** – относительная восприимчивость клеток, тканей, органов или организмов к воздействию ионизирующего излучения, мерой которой служит доза излучения, вызывающая определённый уровень гибели облучаемых объектов: для инактивации клеток – показатель D₃₇ или D₀ на кривой выживаемости, для организмов – доза, вызывающая гибель 50% особей за определённый срок наблюдения.
32. **Репарация ДНК** – биохимические процессы, ведущие к восстановлению исходного состояния молекулы ДНК после разрыва в ней межатомных связей, вызванных воздействием ионизирующего излучения.
33. **Сенсибилизирующий агент** – вещество, увеличивающее биологическую эффективность данной дозы излучения.
34. **Синергизм** – результат комбинированного применения двух агентов, превышающий аддитивное действие.
35. **Соматические эффекты излучения** – повреждения, проявляющиеся в течение жизни, кроме повреждений, передающихся по наследству потомству.
36. **Фактор изменения дозы (ФИД)** – количественный критерий эффективности того или иного радиомодифицирующего агента.
37. **Эффект детерминированный** – эффект, у которого с увеличением дозы облучения возрастает как частота появления, так и тяжесть; обычно возникает после превышения некоего дозового порога; часто рассматривается как ранний эффект облучения, однако как частота, так и тяжесть детерминированного эффекта могут возрасти спустя многие годы после воздействия.
38. **Эффект стохастический** – эффект, у которого с увеличением дозы облучения возрастает только частота появления, но не тяжесть; к стохастическим эффектам облучения относят индукцию злокачественных новообразований и генетические изменения в потомстве облучённой особи.

Программу составил:

В.Г. Петин, д.б.н., профессор

Рецензент:

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Рассмотрена на заседании отделения
биотехнологий ИАТЭ НИЯУ МИФИ и
рекомендована к переутверждению

(протокол № 12 от «06» 06 2022г.)

Начальник отделения биотехнологий ИАТЭ
НИЯУ МИФИ



А.А. Котляров