

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)**

Одобрено на заседании  
Ученого совета ИАТЭ НИЯУ МИФИ  
протокол от 25.08.2025 г. № 25.8

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

---

### **Радиобиология**

*название дисциплины*

для студентов направления подготовки

06.03.01 Биология

---

Форма обучения: очная

г. Обнинск 2025 г.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины – получение теоретических знаний о механизмах действия ионизирующего излучения, оценивание эффектов облучения на различных биологических объектах, ознакомление студентов с современными методами диагностики, профилактики и лечения радиационных поражений.

Задачи дисциплины:

- изучение содержания предмета радиобиологии; истории и основных этапов развития; физических основ радиобиологии;
- выявление общих закономерностей биологического ответа на воздействия ионизирующих излучений.
- знание принципов и методов регистрации ионизирующих излучений; изучение эффектов малых доз радиационных воздействий;

## 2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина реализуется в рамках профессионального блока.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин: «Биология человека», «Физика», «Химия», «Аналитическая химия», «Инструментальные методы анализа радиационного и химического загрязнения», «Физиология растений», «Физиология человека, животных, высшей нервной деятельности».

Требованиями к входным знаниям для освоения дисциплины «Радиобиология» является знание таких предшествующих дисциплин как: «Биология человека», «Физика», «Химия», «Аналитическая химия», «Инструментальные методы анализа радиационного и химического загрязнения», «Физиология растений», «Физиология человека, животных, высшей нервной деятельности».

Практические навыки и знания, полученные на данных дисциплинах, помогают бакалаврам успешно осваивать новые экспериментальные методы исследования живых организмов на дисциплине «Радиобиология».

Дисциплина изучается на 3-4 курсах в 6–7 семестрах.

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

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

| Коды компетенций | Результаты освоения ООП<br><i>Содержание компетенций*</i>                                                                                                                                                            | Код и наименование индикатора<br>достижения компетенции                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-1             | Способен обосновывать научное исследование, выбирать объект и использовать современные биофизические, физико-химические и медико-биологические методы исследования, применять методы математического анализа, методы | З-ПК-1 Знать: Современные биофизические, физико-химические и медико-биологические методы исследования, методы математического анализа и статистической обработки полученных результатов<br>У-ПК-1 Уметь: обосновывать цель и задачи исследования в своей профессиональной области, выбирать объекты и методы исследований, |

|        |                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|        | статистической обработки результатов наблюдений, методы планирования эксперимента                                                                                                         | обосновывать план экспериментальных исследований<br>В-ПК-1 Владеть: навыками использования современного оборудования, методами математической статистики и представления результатов исследования                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| ПК-3.1 | Способен планировать и реализовывать профессиональные мероприятия направленные на мониторинг, контроль качества на предприятиях, осуществляющих деятельность в области атомной энергетики | З-ПК-3.1 - знать виды радиоактивных излучений и их взаимодействия с веществом; механизм биологического действия ионизирующих излучений; течение, формы и критерии диагностики лучевой болезни;<br>- знать принципы использования, радионуклидов, меченных ими соединений и источников ионизирующих излучений<br>- знать типы ядерных превращений, основы радиационной безопасности; токсикологию наиболее опасных радиоактивных изотопов<br>У-ПК-3.1 – уметь пользоваться всеми приборами и материалами, необходимыми для проведения радиологических исследований<br>- уметь определить дозу и мощность дозы облучения с помощью дозиметров и расчётным методом<br>- уметь излагать результаты экспериментальной работы в виде докладов и презентаций<br>В-ПК-3.1 – владеть навыками подготовки к работе и использования радиометров и дозиметров; использования средств индивидуальной защиты при работе с радиоактивными веществами,<br>- владеть принципами оформления отчетов эксперимента |

#### 4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

| Направления/цели воспитания                   | Задачи воспитания (код)                                                                            | Воспитательный потенциал дисциплин                                                                                                                                                                                                                          |
|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Профессиональное и трудовое воспитание</b> | формирование исследовательского и критического мышления, культуры умственного труда ( <b>B16</b> ) | Использование воспитательного потенциала дисциплины «Радиобиология» для формирования навыков владения эвристическими методами поиска и выбора технических решений в условиях неопределенности через специальные задания, организацию самостоятельной работы |

|                             |                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                             |                                                                                                                                                                                | обучающихся.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Профессиональное воспитание | формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка <b>(B19)</b>           | Использование воспитательного потенциала дисциплины «Радиобиология» для формирования критического мышления, умения рассматривать различные исследования с экспертной позиции посредством обсуждения со студентами современных исследований, исторических предпосылок появления тех или иных открытий и теорий.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Профессиональное воспитание | формирование способности и стремления следовать в профессии нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения <b>(B21)</b> | <p>1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для развития навыков коммуникации, командной работы и лидерства, творческого инженерного мышления, стремления следовать в профессиональной деятельности нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения, ответственности за принятые решения через подготовку групповых курсовых работ и практических заданий, решение кейсов, прохождение практик и подготовку ВКР.</p> <p>2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формирования производственного коллективизма в ходе совместного решения как модельных, так и практических задач, а также путем подкрепление рационально-технологических навыков взаимодействия в проектной деятельности эмоциональным эффектом успешного взаимодействия, ощущением роста общей эффективности при распределении проектных задач в соответствии с сильными компетентностными и эмоциональными свойствами членов проектной группы.</li> </ul> |
| Профессиональное воспитание | формирование культуры радиационной безопасности при медицинском использовании источников ионизирующего и                                                                       | Использование воспитательного потенциала дисциплины «радиобиология» для формирования культуры радиационной безопасности, в том числе при                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

|  |                                 |                                                                                                                                                                                                                                                |
|--|---------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | неионизирующего излучения (В30) | получении практических навыков посредством тематического акцентирования в содержании дисциплин и учебных заданий, подготовки эссе, рефератов, дискуссий, а также в ходе практической работы с терапевтическим и диагностическим оборудованием. |
|--|---------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Организация интерактивных мероприятий и реализация специализированных заданий с воспитательным и социальным акцентом:**

1. Организация и проведение познавательно-ознакомительных экскурсий для студентов в организации-партнеры, деятельность которых связана с исследованиями в различных областях наук о жизни.
2. Участие студентов в ежегодных научных конференциях и школах, в том числе с научными докладами и проектами, в области биофизики, биомедицины, ядерной медицины, лучевой диагностики и терапии, и др.
3. Участие студентов в регулярном Международном научном семинаре «Инженерно-физические технологии биомедицины» по вопросам прорывных технологии биомедицины, междисциплинарных исследований в области синтеза нанобиотехнологий и технологий ядерной медицины и лучевой диагностики и терапии, создания медицинских технологий и техники.
4. Организация и проведение встреч студентов с мировыми научными деятелями, представителями организаций-партнеров и работодателями.

**5. 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 8 зачетных единиц (з.е.), 288 академических часа.

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

| Вид учебной работы                                           | Всего часов | Семестры  |           |  |  |
|--------------------------------------------------------------|-------------|-----------|-----------|--|--|
|                                                              |             | 6         | 7         |  |  |
| <b>Аудиторные занятия (всего)</b>                            | <b>96</b>   |           |           |  |  |
| <i>в том числе:</i>                                          | -           | -         | -         |  |  |
| лекции                                                       |             | 32        | -         |  |  |
| практические занятия/ семинары                               |             | 32        | 32        |  |  |
| лабораторные работы                                          |             | -         | -         |  |  |
| <i>в том числе:</i>                                          | -           | -         | -         |  |  |
| интерактивные формы обучения (лекции)                        |             | 8         | 4         |  |  |
| интерактивные формы обучения (практические занятия/семинары) |             | 3         | 7         |  |  |
| <b>Самостоятельная работа студента (всего)</b>               | <b>156</b>  | <b>80</b> | <b>76</b> |  |  |
| <i>в том числе:</i>                                          | -           | -         | -         |  |  |

|                                                           |         |     |    |  |  |
|-----------------------------------------------------------|---------|-----|----|--|--|
| Вид промежуточной аттестации<br>(зачет, экзамен)<br>часов |         | 30  | 36 |  |  |
| ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ                                        |         |     |    |  |  |
|                                                           | час     | 288 |    |  |  |
|                                                           | зач.ед. | 8   |    |  |  |

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

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

| №<br>п/п | Наименование<br>раздела /темы<br>дисциплины                                                                                 | Общая<br>трудоём-<br>кость<br>всего<br>(в часах) | Виды учебных занятий,<br>включая самостоятельную<br>работу обучающихся и<br>трудоёмкость<br>(в часах) |        |     |     | Формы<br>текущего<br>контроля<br>успевае-<br>мости           |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-----|-----|--------------------------------------------------------------|
|          |                                                                                                                             |                                                  | Аудиторные учебные<br>занятия                                                                         |        |     | СРО |                                                              |
|          |                                                                                                                             |                                                  | Лек                                                                                                   | Сем/Пр | Лаб |     |                                                              |
| 1.       | Раздел 1 Введение в радиобиологию. Физические основы радиобиологии.                                                         | 80                                               | 16                                                                                                    | 16     |     | 40  |                                                              |
| 1.1.     | Тема 1.1. Введение в курс радиобиологии. История развития радиобиологии. Проблемы, задачи, методы. Связь с другими науками. |                                                  | 4                                                                                                     | 4      |     | 13  | Устный опрос<br>Доклады                                      |
| 1.2.     | Тема 1.2. Физические основы действия ионизирующих излучений на биологические объекты.                                       |                                                  | 6                                                                                                     | 6      |     | 15  | Контрольная работа, устный опрос, решение ситуационных задач |
| 1.3      | Тема 1.3 Источники облучения человека.                                                                                      |                                                  | 6                                                                                                     | 6      |     | 12  | Устный опрос, решение ситуационных задач                     |
| 2.       | Раздел 2 Биологические основы радиобиологии                                                                                 | 65                                               | 16                                                                                                    | 10     |     | 38  |                                                              |
| 2.1.     | Тема 2.1 Прямое и косвенное действие ионизирующих излучений. Теоретические представления о                                  |                                                  | 4                                                                                                     | 2      |     | 8   | Устный опрос, решение ситуационных задач                     |

|      |                                                                                                                                   |           |   |           |  |           |                                                                       |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|---|-----------|--|-----------|-----------------------------------------------------------------------|
|      | механизме биологического действия ионизирующего излучения.                                                                        |           |   |           |  |           |                                                                       |
| 2.2. | Тема 2.2 Молекулярные аспекты биологического действия ионизирующего излучения. Реакция клеток на облучение.                       |           | 5 | 2         |  | 8         | Устный опрос<br>Доклады                                               |
| 2.3  | Тема 2.3 Пострадиационное восстановление клетки.                                                                                  |           | 3 | 4         |  | 10        | Контрольная работа, устный опрос, решение ситуационных задач          |
| 2.4  | Тема 2.4 Модификация радиочувствительности. Кислородный эффект. Относительная биологическая эффективность ионизирующих излучений. |           | 4 | 2         |  | 12        | Контрольная работа, устный опрос, решение ситуационных задач          |
| 3.   | <b>Раздел 3. Типы лучевых поражений живых систем</b>                                                                              | <b>68</b> |   | <b>20</b> |  | <b>38</b> |                                                                       |
| 3.1  | Тема 3.1. Радиочувствительность тканей, органов, организма. Радиационные синдромы.                                                |           |   | 10        |  | 19        | Контрольная работа, устный опрос, решение ситуационных задач, доклады |
| 3.2  | Тема 3.2 Острая лучевая болезнь.                                                                                                  |           |   | 10        |  | 19        |                                                                       |
| 4    | <b>Раздел 4 Основы внутреннего облучения живых систем, отдаленные последствия действия радиации</b>                               | <b>75</b> |   | <b>18</b> |  | <b>40</b> |                                                                       |
| 4.1  | Тема 4.1 Биологическое действие инкорпорированных радиоактивных веществ                                                           |           |   | 6         |  | 15        | Контрольная работа, устный опрос, решение ситуационных задач          |
| 4.2  | Тема 4.2 Действие радиации на эмбрион и плод                                                                                      |           |   | 6         |  | 15        | Контрольная работа, устный опрос,                                     |

|     |                                              |            |           |           |  |            |                                                   |
|-----|----------------------------------------------|------------|-----------|-----------|--|------------|---------------------------------------------------|
|     |                                              |            |           |           |  |            | решение<br>ситуационных<br>задач,<br>доклады      |
| 4.3 | Тема 4.3 Отдаленные<br>последствия облучения |            |           | 6         |  | 10         | устный опрос,<br>решение<br>ситуационных<br>задач |
|     | <b>Экзамен</b>                               | <b>36</b>  |           |           |  |            |                                                   |
|     | <b>Всего</b>                                 | <b>288</b> | <b>32</b> | <b>64</b> |  | <b>156</b> |                                                   |

## 6.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

### Лекционный курс

| №         | Наименование раздела<br>/темы дисциплины                                                                                                              | Содержание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>1.</b> | <b>Раздел 1 Введение в радиобиологию. Физические основы радиобиологии.</b>                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 1.1.      | Тема 1.1. Введение в курс радиобиологии. История развития радиобиологии. Проблемы, задачи, методы. Связь с другими науками.                           | Введение в курс радиобиологии. История развития радиобиологии. Проблемы, задачи, методы. Связь с другими науками.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 1.2.      | Тема 1.2. Физические основы действия ионизирующих излучений на биологические объекты.                                                                 | Физические основы действия ионизирующих излучений на биологические объекты. Типы ионизирующих излучений. Общая характеристика различных видов радиоактивных превращений как источников ионизирующих излучений. Закон радиоактивного распада и единицы радиоактивности. Проникающая способность различных ионизирующих излучений и особенности их взаимодействия с веществом. Основные механизмы передачи энергии электромагнитных излучений веществу.                                                                                                         |
| 1.3       | Тема 1.3 Источники облучения человека.                                                                                                                | Источники облучения человека. Основные понятия радиационной экологии. Естественный радиационный фон. Космическое излучение. Природная радиоактивность. Естественная радиоактивность почвы, воздуха, природных вод, растительного и животного мира. Радиоактивность тела человека. Фоновое облучение человека. Дозовые пределы облучения человека.                                                                                                                                                                                                             |
| <b>2.</b> | <b>Раздел 2 Биологические основы радиобиологии</b>                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 2.1.      | Тема 2.1 Прямое и косвенное действие ионизирующих излучений. Теоретические представления о механизме биологического действия ионизирующего излучения. | Прямое и косвенное действие ионизирующих излучений. Теоретические представления о механизме биологического действия ионизирующего излучения. Особенности взаимодействия с веществом различных видов корпускулярных излучений. Излучения непосредственно ионизирующие и косвенно ионизирующие. Дозы излучения и единицы их измерения. Мощность дозы излучения. Линейная потеря энергии излучения (ЛПЭ), линейная плотность ионизации (ЛПИ). Зависимость действия радиации от ЛПЭ. Относительная биологическая эффективность (ОБЭ) различных видов ионизирующих |

|      |                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      |                                                                                                                                   | излучений. Факторы, влияющие на величину коэффициентов ОБЭ. Коэффициент качества излучения (К). Понятие эквивалентности дозы, единицы эквивалентных доз. Области использования различных дозиметрических характеристик излучения.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 2.2. | Тема 2.2 Молекулярные аспекты биологического действия ионизирующего излучения. Реакция клеток на облучение.                       | Молекулярные аспекты биологического действия ионизирующего излучения. Реакция клеток на облучение. Радиационное повреждение ДНК. Генетическое действие излучений. Исходы поражения генетического аппарата зародышевых и соматических клеток. Восстановление от потенциально летальных и сублетальных повреждений. Оценка «биологического риска» облучения человека дозами малой мощности. Механизмы окислительной дегградации биологической мембраны и лучевого токсического эффекта продуктов перекисного окисления липидов. Цепные свободнорадикальные процессы перекисного окисления липидов в клетке. Механизмы защиты биологической мембраны от оксидативной дегградации: антирадикальный, гипоксический, антиокислительный.                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 2.3  | Тема 2.3 Пострадиационное восстановление клетки.                                                                                  | Пострадиационное восстановление клетки. Характеристика лучевого поражения организма. Основной радиобиологический «парадокс». Отсутствие рецепторов на лучевое воздействие, избирательности действия и адаптации к облучению. Форма лучевого поражения организма. Этапы развития процесса лучевого поражения. Первичные процессы при действии ионизирующих излучений. Физическая, физико-химическая и химическая стадии первичного процесса радиационного поражения макромолекул. Прямое и не прямое (косвенное) действие радиации. Различия в радиационной поражаемости биомолекул в условиях облучения <i>in vivo</i> и <i>in vitro</i> . «Биологическое усиление» первичного радиационного поражения. Возможность модификации повреждений, развивающихся на первичных стадиях действия излучений. Репарация радиационных повреждений ДНК.                                                                                                                                                                                |
| 2.4  | Тема 2.4 Модификация радиочувствительности. Кислородный эффект. Относительная биологическая эффективность ионизирующих излучений. | Модификация радиочувствительности. Кислородный эффект. Относительная биологическая эффективность ионизирующих излучений. Характеристика понятий: радиочувствительность, радиопоражаемость, радиоустойчивость (радиорезистентность) биологических объектов. Различия в сравнительной радиочувствительности биологических объектов. Требования, предъявляемые к критерию сравнительной радиочувствительности. Радиочувствительность различных тканей организма (исходная и сравнительная). Факторы, определяющие радиочувствительность клетки. Параметр D <sub>0</sub> – основной показатель радиочувствительности клеток. Роль поражения генетического аппарата клетки в ее радиочувствительности. Основные радиобиологические эффекты при действии ионизирующей радиации. Эффект разведения. Соотношение прямого и косвенного действия при лучевой инаktivации клеток. Кислородный эффект. Коэффициент кислородного усиления (ККУ). Температурный эффект. Температурное последствие. Эффект присутствия примесных молекул. |

|   |                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3 | <b>Раздел 3</b> Типы лучевых поражений живых систем                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|   | Тема 3.1. Радиочувствительность тканей, органов, организма. Радиационные синдромы.                  | Радиочувствительность тканей, органов, организма. Радиационные синдромы. Роль условий облучения в действии ионизирующей радиации на организм (уровень поглощенных доз, время облучения и мощность дозы, объем облученных органов и тканей, вид излучения). Особенности внутреннего облучения организма за счет инкорпорированных радионуклидов. Важнейшие реакции организма на действие ионизирующей радиации. Последствия соматические и наследственные. Стохастические и нестохастические (детерминированные) эффекты. Радиационная задержка клеточного деления (блок митозов). Гибель клеток после облучения. Клеточная радиочувствительность. Методы <i>in vitro</i> , методы <i>in vivo</i> . Кривые выживаемости клеток при действии излучений. Радиочувствительность клеток в разные фазы клеточного цикла. Нарушение репродуктивной функции клеток при облучении. Интерфазная гибель клеток. Апоптоз. Некроз. «Коммунальный эффект». |
|   | Тема 3.2 Острая лучевая болезнь.                                                                    | Острая лучевая болезнь. Основные радиационные синдромы – костномозговой (кроветворный), желудочно-кишечный и церебральный. Острая лучевая болезнь человека: фаза общей первичной реакции, фаза кажущегося клинического благополучия (скрытая, или латентная фаза), фаза выраженных клинических проявлений (разгара болезни), фаза раннего восстановления. Хроническая лучевая болезнь. Терапия лучевой болезни: заместительная (патогенетическая) и функциональная (симптоматическая). Замещение костного мозга. Замещение периферической крови.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|   | <b>Раздел 4</b> Основы внутреннего облучения живых систем, отдаленные последствия действия радиации |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|   | Тема 4.1 Биологическое действие инкорпорированных радиоактивных веществ                             | Биологическое действие инкорпорированных радиоактивных веществ. Специфика внутреннего облучения. Пути поступления радиоактивных веществ в организм (через органы дыхания, ЖКТ или непосредственно в кровь через повреждения кожи). Биологическая доступность и распределение радиоактивных элементов в организме. Период биологического полувыведения. Детерминированные и стохастические эффекты внутреннего облучения. Оценка внутреннего облучения.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|   | Тема 4.2 Действие радиации на эмбрион и плод                                                        | Эмбриотоксическое действие ионизирующих излучений. Возрастно-специфические реакции на облучение в эмбриогенезе. Механизмы радиоэмбриологического эффекта и оценка его последствий.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|   | Тема 4.3 Отдаленные последствия облучения.                                                          | Отдаленные последствия облучения. Важнейшие реакции организма на действие ионизирующей радиации. Последствия соматические и наследственные. Стохастические и нестохастические (детерминированные) эффекты. Радиационная задержка клеточного деления (блок митозов). Проблема «малых» доз ионизирующей радиации. Радиационный гормезис.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

| №    | Наименование раздела /темы дисциплины                                                                                                                 | Содержание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.   | <b>Раздел 1 Введение в радиобиологию. Физические основы радиобиологии.</b>                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 1.1. | Тема 1.1. Введение в курс радиобиологии. История развития радиобиологии. Проблемы, задачи, методы. Связь с другими науками.                           | Краткий исторический обзор развития радиобиологии. Развитие радиобиологии в России. Роль Кузина, В.И. Корогодина, Тимофеева-Ресовского в становлении экспериментальной физиологии. Современный этап развития радиобиологии. Основные достижения современной радиобиологии. Радиоактивность. Открытие радиоактивности. Природа и свойства $\alpha$ , $\beta$ , и $\gamma$ -излучений. Радиоактивные превращения, правило смещения. Зоны радиоактивного смещения. Зоны радиоактивного распада. Единицы измерения радиоактивности.                                                                                                                                                                                 |
| 1.2. | Тема 1.2. Физические основы действия ионизирующих излучений на биологические объекты.                                                                 | Взаимодействие заряженных частиц с веществом. Принципы дозиметрии. Взаимодействие с веществом ускоренных заряженных частиц. Линейная передача энергии. Плотно- и редкоионизирующие излучения. Дозы ионизирующих излучений и единицы их измерения. Взаимодействие с веществом электромагнитного и нейтронного видов облучения. Строение и основные характеристики атома. Основные свойства и характеристики ионизирующих излучений. Характеристика электромагнитных излучений высоких энергий. Способы поглощения электромагнитного излучения веществом. Принципы защиты от электромагнитных ионизирующих излучений. Способы поглощения нейтронов веществом. Принципы защиты от нейтронной компоненты облучения. |
| 1.3  | Тема 1.3 Источники облучения человека.                                                                                                                | Радиационный фон и его составляющие. Естественные источники ионизирующих излучений. Радиоактивные элементы земных пород и пищи. Земная радиация почвы. Естественные радионуклиды строительных материалов. Радон как природный источник радиации. Источники космических излучений. Радиационные пояса Земли. Солнечные корпускулярные события. Искусственные источники облучения человека. Источники радиации, используемые в медицине. Испытания ядерного оружия. Атомная энергетика. Другие источники.                                                                                                                                                                                                         |
| 2.   | <b>Раздел 2 Биологические основы радиобиологии</b>                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 2.1. | Тема 2.1 Прямое и косвенное действие ионизирующих излучений. Теоретические представления о механизме биологического действия ионизирующего излучения. | Дозиметрия и радиометрия. Принцип работы приборов. Типы детекторов. Приборы и методы дозиметрического контроля. Приборы индивидуальной дозиметрии и переносные. Дозы излучения. Единицы измерения. Расчет годовых доз в зивертах, полученных организмом животных и человека при разных лучевых нагрузках.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 2.2. | Тема 2.2 Молекулярные аспекты биологического действия ионизирующего                                                                                   | Радиочувствительность - центральная проблема радиобиологии. Принципы и методы определения радиочувствительности клеток. Понятие о мишени. Одноударные кривые. Параметр D <sub>0</sub> – основной показатель                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

|     |                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|     | излучения. Реакция клеток на облучение.                                                                                           | радиочувствительности клеток. Зависимость выживаемости клеток от дозы плотноионизирующего излучения. Основные радиобиологические эффекты на клеточном уровне. Радиационные поражение структуры и функции ДНК. Ранние нарушения клеточного метаболизма. «Биологическое усиление» первичного радиационного повреждения. Репарация радиационных повреждений ДНК. Реакции клеток на облучение: изменение митотической активности, гибель клеток после облучения. Репродуктивная форма лучевой гибели клеток. Интерфазная форма гибели клеток. Нелетальное повреждение генома.                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 2.3 | Тема 2.3 Пострадиационное восстановление клетки.                                                                                  | Влияние процессов внутриклеточной репарации на форму кривой зависимости выживания клеток от дозы облучения. Параметры Dq и n. Теории, объясняющие появление «плеча» на кривой зависимости выживания клеток от дозы облучения. Понятие о факторе репарации Q и P- репарации Сублетальные, потенциально летальные и летальные повреждения клеток.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 2.4 | Тема 2.4 Модификация радиочувствительности. Кислородный эффект. Относительная биологическая эффективность ионизирующих излучений. | Модификация радиочувствительности клеток кислородом. Противолучевая защита животных при облучении в атмосфере с пониженным содержанием кислорода (баро- и гермокамеры, дыхание газовыми гипоксическими смесями). Интегративные механизмы повреждения и гибели клетки при действии ионизирующих излучений. Отличия функционирования клетки в здоровом организме и функционирования клетки при повреждении. Характеристика интегративных ответов клетки на повреждение. Морфологические и биохимические критерии интегративных ответов клетки на повреждение. Механизмы гипоксического и свободнорадикального некробиоза клетки. Механизмы апоптоза клетки. Общая характеристика специфических и неспецифических механизмов повреждения клетки. Характеристика специфических повреждений при действии ионизирующих излучений. |
| 3.  | <b>Раздел 3. Типы лучевых поражений живых систем</b>                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 3.1 | Тема 3.1. Радиочувствительность тканей, органов, организма. Радиационные синдромы.                                                | Радиочувствительность опухолевых и здоровых клеток. Методы ее модификации. Радиочувствительность клеток на разных стадиях клеточного цикла. Радиочувствительность субклеточных структур. Различия радиочувствительности клеток, органов, тканей. Различия радиочувствительности опухолевых и здоровых клеток. Радиационные синдромы (костномозговой, желудочно - кишечный и влияние на ЦНС). Клеточные механизмы их развития. Тканевая радиочувствительность. Причины различной радиочувствительности тканей. Понятие о критических системах организма. Основные механизмы гемопоэза. Влияние облучения на процесс костно-мозгового кроветворения. Система клеточного обновления эпителия тонкой кишки и его изменение после облучения. Действие ионизирующих излучений на ЦНС.                                             |
| 3.2 | Тема 3.2 Острая лучевая болезнь.                                                                                                  | Острая лучевая болезнь человека при внешнем относительно равномерном облучении. Костномозговая форма ОЛБ. Периоды и механизмы развития костномозговой формы ОЛБ. Краткая характеристика степени тяжести                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

|     |                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|     |                                                                                                     | <p>костномозговой формы ОЛБ. Характеристика и механизмы развития кишечной, токсемической и церебральной формы ОЛБ.</p> <p>Хроническая лучевая болезнь. Определение понятия ХЛБ. Периоды и механизмы формирования. ХЛБ (костномозговой синдром, синдром нарушения нервно-сосудистой регуляции, астенический синдром, синдром органических изменений нервной системы). Период восстановления, период последствий и исходов ХЛБ. Критерии степени тяжести ХЛБ и механизмы развития.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 4   | <b>Раздел 4 Основы внутреннего облучения живых систем, отдаленные последствия действия радиации</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 4.1 | Тема 4.1 Биологическое действие инкорпорированных радиоактивных веществ                             | <p>Радиационные поражения при радиоактивном заражении. Понятие о радиационном заражении. Задачи радиационной токсикологии. Факторы, определяющие дозу облучения при радиационном заражении. Факторы, влияющие на биологический эффект поглощенной дозы при радиационном заражении. Радиоактивное заражение кожных покровов. Характеристика особенностей внутреннего радиоактивного заражения продуктами ядерного деления.</p> <p>Пути поступления и выведения радиоактивных веществ при радиоактивном заражении. Заражение радиоактивными веществами (РВ) через ЖКТ. Ингаляционное заражение РВ. Поступление РВ через кожу. Метаболизм РВ, всосавшихся в кровь. Выведение РВ из организма. Биологическое действие РВ. Особенности действия отдельных биологически значимых радионуклидов. Действие радиоактивных йода, цезия и стронция, загрязняющих среду при ядерных взрывах и авариях ядерных реакторов. Биологические эффекты плутония и полония, основных источников поражения в производственных условиях. Плутоний как источник загрязнения при разрушениях ядерных боеприпасов и при радиационных авариях. Биологическое действие радона – главной составляющей радиационного фона.</p> |
| 4.2 | Тема 4.2 Действие радиации на эмбрион и плод                                                        | <p>Эмбриотоксическое действие ионизирующих излучений. Возрастно-специфические реакции на облучение в эмбриогенезе. Эффект облучения мышей на разных стадиях внутриутробного развития. Последствия облучения эмбриона человека.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 4.3 | Тема 4.3 Отдаленные последствия облучения                                                           | <p>Отдаленные последствия облучения организма.</p> <p>Определение и виды отдаленных эффектов облучения.</p> <p>Детерминированные отдаленные эффекты облучения.</p> <p>Стохастические отдаленные эффекты облучения.</p> <p>Радиационно-индуцированное сокращение жизни. Гипотеза «ускоренного старения».</p> <p>Детерминированные отдаленные эффекты облучения.</p> <p>Отдаленные детерминированные эффекты в пролиферирующих тканях. Механизмы клинических проявлений поражения кожи и подлежащих тканей.</p> <p>Механизмы клинических проявлений поражения легких.</p> <p>Механизмы клинических проявлений поражения ЦНС.</p> <p>Отдаленные эффекты радиационного поражения хрусталика</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

|  |  |                                                                  |
|--|--|------------------------------------------------------------------|
|  |  | глаза. Отдаленные эффекты радиационного поражения половых желез. |
|--|--|------------------------------------------------------------------|

#### Лабораторные занятия

Не предусмотрены

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

Для самостоятельной работы, подготовки к практическим занятиям и сдачи контрольных работ студентам предоставляется доступ к полнотекстовым статьям из электронных баз:

1. [www.isir.ras.ru/](http://www.isir.ras.ru/) - Интегрированная система информационных ресурсов Российской Академии Наук.
2. [www.merlot.org/merlot/materials.htm?category=2608&&sort.property=overallRating](http://www.merlot.org/merlot/materials.htm?category=2608&&sort.property=overallRating) - MERLOT – Multimedia Educational Resource for Learning and Online Teaching. Раздел «Biology»
3. [www.nature.ru](http://www.nature.ru) - Учебники, научные монографии, обзоры, лабораторные практикумы в свободном доступе на сайте журнала Nature.
4. Тестовые задания по темам на электронном носителе.
5. *Методические рекомендации по написанию рефератов, утвержденные отделением биотехнологии, протокол № от*

### 8. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

#### 8.1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

| № п/п | Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам) | Индикатор достижения компетенции                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Наименование оценочного средства                                                                          |
|-------|-------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.    | Разделы 1–2                                                       | ПК-1 З-ПК-1 Знать:<br>Современные биофизические, физико-химические и медико-биологические методы исследования, методы математического анализа и статистической обработки полученных результатов<br>У-ПК-1 Уметь:<br>обосновывать цель и задачи исследования в своей профессиональной области, выбирать объекты и методы исследований, обосновывать план экспериментальных исследований<br>В-ПК-1 Владеть: навыками использования современного оборудования, методами математической статистики | Доклад, сообщение<br>Ситуационные задачи<br>Контрольные работы<br>Экзамен (первый вопрос билета)<br>Зачет |

|    |          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                            |
|----|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |          | и представления результатов исследования<br>ПК-3.1 З-ПК-3.1 - знать виды радиоактивных излучений и их взаимодействия с веществом; механизм биологического действия ионизирующих излучений; течение, формы и критерии диагностики лучевой болезни;<br>- знать принципы использования, радионуклидов, меченных ими соединений и источников ионизирующих излучений                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                            |
| 2. | Раздел 3 | ПК-1 В-ПК-1 Владеть: навыками использования современного оборудования, методами математической статистики и представления результатов исследования<br>ПК-3.1 З-ПК-3.1<br>- знать типы ядерных превращений, основы радиационной безопасности; токсикологию наиболее опасных радиоактивных изотопов<br>У-ПК-3.1 – уметь пользоваться всеми приборами и материалами, необходимыми для проведения радиологических исследований<br>- уметь определить дозу и мощность дозы облучения с помощью дозиметров и расчётным методом<br>- уметь излагать результаты экспериментальной работы в виде докладов и презентаций | Контрольные работы<br>Ситуационные задачи<br>Управляемая дискуссия<br>Экзамен (второй вопрос билета).      |
| 3. | Раздел 4 | <b>ПК-3</b><br>У-ПК-3.1 – уметь пользоваться всеми приборами и материалами, необходимыми для проведения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Контрольные работы<br>Ситуационные задачи<br>Выступление с презентацией<br>Экзамен (третий вопрос билета). |

|  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  |
|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  |  | <p>радиологических исследований</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- уметь определить дозу и мощность дозы облучения с помощью дозиметров и расчётным методом</li> <li>- уметь излагать результаты экспериментальной работы в виде докладов и презентаций</li> </ul> <p>В-ПК-3.1 – владеть навыками подготовки к работе и использования радиометров и дозиметров; использования средств индивидуальной защиты при работе с радиоактивными веществами,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- владеть принципами оформления отчетов эксперимента</li> </ul> |  |
|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

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

- Итоговая аттестация по дисциплине является интегральным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков обучающихся по дисциплине и складывается из оценок, полученных в ходе текущей и промежуточной аттестации.
- Текущая аттестация в семестре проводится с целью обеспечения своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы обучающихся.
- Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины.
- Текущая аттестация осуществляется два раза в семестр:
  - контрольная точка № 1 (КТ № 1) – выставляется в электронную ведомость не позднее 8 недели учебного семестра. Включает в себя оценку мероприятий текущего контроля аудиторной и самостоятельной работы обучающегося по разделам/темам учебной дисциплины с 1 по 8 неделю учебного семестра.
  - контрольная точка № 2 (КТ № 2) – выставляется в электронную ведомость не позднее 16 недели учебного семестра. Включает в себя оценку мероприятий текущего контроля аудиторной и самостоятельной работы обучающегося по разделам/темам учебной дисциплины с 9 по 16 неделю учебного семестра.

*Исключение:* текущая аттестация в 8 семестре обучения по образовательным программам бакалавриата, в котором единственная контрольная точка № 1 (КТ № 1) – выставляется в электронную ведомость не позднее 6 недели учебного семестра. Включает в себя оценку мероприятий текущего контроля аудиторной и самостоятельной работы обучающегося по разделам/темам учебной дисциплины с 1 по 6 неделю учебного семестра.
- Результаты текущей и промежуточной аттестации подводятся по шкале балльно-рейтинговой системы.

| Этап рейтинговой системы /<br>Оценочное средство | Неделя       | Балл                         |            |
|--------------------------------------------------|--------------|------------------------------|------------|
|                                                  |              | Минимум*                     | Максимум** |
| <b>Текущая аттестация</b>                        | <b>1-16</b>  | <b>36 - 60% от максимума</b> | <b>60</b>  |
| <b>Контрольная точка № 1</b>                     | <b>7-8</b>   | <b>18 (60% от 30)</b>        | <b>30</b>  |
| <i>Оценочное средство № 1.1</i>                  | <b>3</b>     | 60% от М1                    | М1         |
| <i>Оценочное средство № 1.2</i>                  | <b>7</b>     | 60% от М2                    | М2         |
| <b>Контрольная точка № 2</b>                     | <b>15-16</b> | <b>18 (60% от 30)</b>        | <b>30</b>  |
| <i>Оценочное средство № 2.1</i>                  | <b>11</b>    | 60% от Т1                    | Т1         |
| <i>Оценочное средство № 2.2</i>                  | <b>15</b>    | 60% от Т2                    | Т2         |
| <b>Промежуточная аттестация</b>                  | <b>-</b>     | <b>24 – (60% 40)</b>         | <b>40</b>  |
| Зачет с оценкой                                  | -            | 24                           | 40         |
| <b>ИТОГО по дисциплине</b>                       |              | <b>60</b>                    | <b>100</b> |

\* - Минимальное количество баллов за оценочное средство – это количество баллов, набранное обучающимся, при котором оценочное средство засчитывается, в противном случае обучающийся должен ликвидировать появившуюся академическую задолженность по текущей или промежуточной аттестации. Минимальное количество баллов за текущую аттестацию, в т.ч. отдельное оценочное средство в ее составе, и промежуточную аттестацию составляет 60% от соответствующих максимальных баллов.

### 8.3. Типовые контрольные задания или иные материалы

#### 8.3.1. Зачет

а) типовые вопросы:

1. Открытие рентгеновских лучей и радиоактивности (работы Рентгена, Беккереля, М. Кюри, П. Кюри, И. Кюри, Ф. Жолио-Кюри).
2. Виды ионизирующих излучений, основные характеристики элементарных частиц, образующих эти излучения.
3. Единицы дозы излучения и радиоактивности.
4. Взаимодействие радиоизлучения с веществом.
5. Сравнительная проникающая способность различных видов излучения в воздухе и в биологических объектах.
6. Линейная потеря энергии излучения (ЛПЭ). Зависимость действия радиации от ЛПЭ.
7. Относительная биологическая эффективность (ОБЭ) различных видов ионизирующих излучений. Факторы, влияющие на величину коэффициентов ОБЭ.
8. Характеристика понятий: радиочувствительность, радиопоражаемость, радиоустойчивость (радиорезистентность) биологических объектов.
9. Радиочувствительность различных тканей организма. Факторы, определяющие радиочувствительность клетки.
10. Этапы развития процесса лучевого поражения.
11. Прямое и косвенное действие ионизирующих излучений.
12. «Биологическое усиление» первичного радиационного поражения.
13. Основные радиобиологические эффекты при действии ионизирующей радиации: эффект разведения, кислородный эффект, температурный эффект, эффект присутствия примесных молекул.

14. Роль условий облучения в действии ионизирующей радиации на организм (уровень поглощенных доз, время облучения и мощность дозы, объем облученных органов и тканей, вид излучения).
15. Радиационный блок митозов, механизм этого явления.
16. Кривые выживаемости клеток при действии излучений.
17. Механизмы окислительной деградации биологической мембраны.
18. Радиационное повреждение ДНК.
19. Теории биологического действия ионизирующих излучений (принцип попадания и теория мишени; стохастическая теория, теория «точечного тепла»).
20. Репарация потенциальных и сублетальных поражений.

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

Оценивается полнота овладения теоретическими знаниями по дисциплине «Радиобиология» и умение применять эти знания для описания процессов происходящих в биологических системах.

Критериями оценки является:

- 1) правильность, полнота и логичность построения ответа;
- 2) умение оперировать специальными терминами;
- 3) использование в ответе дополнительного материала;
- 4) умение иллюстрировать теоретические положения практическим материалом, приводить примеры;

в) описание шкалы оценивания:

Допуск к зачёту по дисциплине осуществляется при количестве баллов более 35. Зачёт студент получает при наборе общей суммы баллов свыше 60.

Оценку «зачтено» получают следующие студенты:

- получившие положительную оценку за ответы во время устного опроса;
- получившие оценку «зачтено» за ответы на тестовые задания текущего контроля;
- давшие правильный (полный, логичный, с употреблением соответствующей терминологии и примерами) устный ответ на вопросы к зачету.

Оценку «не зачтено» получают следующие студенты:

- получившие неудовлетворительные оценки за ответы во время устного опроса;
- давшие неполный, нелогичный устный ответ на вопросы к зачету, не владеющие соответствующей терминологией.

### **Экзамен**

а) типовые вопросы:

1. Содержание предмета радиобиологии, задачи, методы. Связь радиобиологии с другими науками.
2. Открытие рентгеновских лучей и радиоактивности (работы Рентгена, Беккереля, М. Кюри, П. Кюри, И. Кюри, Ф. Жолио-Кюри).
3. Этапы развития радиобиологии.
4. Виды ионизирующих излучений, основные характеристики элементарных частиц, образующих эти излучения.

5. Единицы дозы излучения и радиоактивности.
6. Взаимодействие радиоизлучения с веществом.
7. Сравнительная проникающая способность различных видов излучения в воздухе и в биологических объектах.
8. Линейная потеря энергии излучения (ЛПЭ). Зависимость действия радиации от ЛПЭ.
9. Относительная биологическая эффективность (ОБЭ) различных видов ионизирующих излучений. Факторы, влияющие на величину коэффициентов ОБЭ.
10. Характеристика понятий: радиочувствительность, радиопоражаемость, радиоустойчивость (радиорезистентность) биологических объектов.
11. Радиочувствительность различных тканей организма. Факторы, определяющие радиочувствительность клетки.
12. Этапы развития процесса лучевого поражения.
13. Прямое и косвенное действие ионизирующих излучений.
14. «Биологическое усиление» первичного радиационного поражения.
15. Основные радиобиологические эффекты при действии ионизирующей радиации: эффект разведения, кислородный эффект, температурный эффект, эффект присутствия примесных молекул.
16. Роль условий облучения в действии ионизирующей радиации на организм (уровень поглощенных доз, время облучения и мощность дозы, объем облученных органов и тканей, вид излучения).
17. Радиационный блок митозов, механизм этого явления.
18. Кривые выживаемости клеток при действии излучений.
19. Механизмы окислительной деградации биологической мембраны.
20. Радиационное повреждение ДНК.
21. Теории биологического действия ионизирующих излучений (принцип попадания и теория мишени; стохастическая теория, теория «точечного тепла»).
22. Репарация потенциальных и сублетальных поражений.
23. Радиационные синдромы.
24. Лучевая болезнь.
25. Внутреннее облучение.
26. Природные источники ионизирующей радиации.
27. Модификация радиорезистентности биологических объектов.
28. Механизмы противолучевой защиты.
29. Защита и кислородный эффект. Общий механизм модификации репродуктивной гибели клеток.
30. Защита от отдаленных последствий облучения. Противолучевая защита человека.

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 экзамену по дисциплине осуществляется при количестве баллов более 35.

За семестр студент может набрать от 35 до 60 баллов.

Минимальный балл за ответ на экзамене – 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 экзамене 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 экзамене 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 экзамене 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 экзамене ставится при:

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

### **8.3.2. Контрольная работа**

а) типовые задания (вопросы) - образец:

#### **Вариант № 1**

1. Изотоп – это

- a. Элементы с одинаковым массовым числом, но разным количеством нейтронов
- b. Разновидность ядер одного и того же элемента с одинаковым количеством протонов и нейтронов
- c. Разновидность ядер одного и того же элемента с одинаковым количеством протонов, но разным количеством нейтронов, и, следовательно, разной массой
- d. Разновидность элементов с одинаковым количеством протонов, но разным количеством нейтронов

2. Единицы измерения радиоактивности

- a. Кулон, рентген
- b. Рад, грей
- c. Зиверт, бэр
- d. Кюри, беккерель

3. Коэффициент «дискриминации» характеризует

- a. Распределение радионуклидов по «пищевой» цепи
- b. Тип распределения радионуклидов в организме

- с. Путь поступления радионуклидов в организм
  - д. Путь выведения радионуклидов из организма
4. Чем определяется биологический эффект от облучения гамма-лучами
- а. Плотностью ионизации
  - б. Проникающей способностью
  - с. Кислородным эффектом
  - д. Ядерными реакциями
5. На чем основано действие протекторов
- а. Снижении кислородного эффекта
  - б. Выделении радиации
  - с. Выделении радиотоксинов
  - д. Выделении радионуклидов

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

**Контрольные работы** проводятся 2 раза в семестр на модульных неделях по расписанию, устанавливаемому УМУ. 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 2 балла.

### 8.3.3. Устный опрос

а) типовые задания (вопросы) - образец:

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

#### **Тема 1.1 Введение в радиобиологию**

*Вопросы:*

1. Дозиметрия и радиометрия. Предмет и задачи.
2. Явление изотопии. Определение понятия «изотоп». Стабильные и радиоактивные изотопы.
3. Строение атома. Процесс ионизации.
4. Строение ядра. «Капельная» модель ядра. Причины нестабильности ядра.
5. Причины распада ядра. Типы распадов (распады, ядерное деление).

#### **Тема 1.2 Физические основы действия ИИ с веществом**

*Вопросы:*

1. Закон радиоактивного распада.

2. Классификация радиации по природе. Характеристики радиации.
3. Свойства радиации. Полная и удельная ионизация и факторы, ее определяющие.
4. Ядерные превращения (распады и ядерные реакции).
5. Взаимодействие гамма-излучения с веществом.
6. Взаимодействие корпускулярного излучения с веществом.
7. Взаимодействие нейтронного излучения с веществом.
8. Взаимодействие электромагнитного с веществом.

### **Тема 1.3 Источники облучения человека**

*Вопросы:*

1. Явление радиоактивности. Единицы измерения.
2. Понятие об искусственной радиоактивности.
3. Факторы, определяющие радиоактивность: постоянная распада, период полураспада.
4. Экспозиционная доза излучения.
5. Поглощенная доза излучения и факторы, ее определяющие.
6. Эквивалентная доза излучения и факторы, ее определяющие.

### **Тема 2.1 Прямое и косвенное действие ИИ**

*Вопросы:*

1. Виды радиометрического контроля.
2. Проведение планового периодического контроля.
3. Этапы радиометрического контроля, отбор проб.
4. Понятие суммарной радиоактивности. Необходимость определения изотопного состава проб.

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

Устный опрос проходит в форме развернутой беседы – творческой дискуссии, основанной на подготовке всей группы по объявленной заранее теме при максимальном участии в обсуждении студентов группы. Как правило, один студент раскрывает один вопрос темы, давая наиболее полный ответ. Остальные делают дополнения, высказывают различные суждения и аргументацию, могут задавать вопросы друг другу и преподавателю. Преподаватель направляет ход дискуссии, обращая внимание на существующие научные проблемы обсуждаемой темы, предлагая студентам найти собственное их решение.

в) описание шкалы оценивания:

Максимальная оценка за устное выступление и работу на семинарском занятии – 3 балла.

**3 балла** – студент дает полный ответ на поставленный вопрос, речь его свободна и грамотна, конспект не зачитывается, а используется лишь как опорный, студент делает важные дополнения по существу других вопросов, значительно проясняющие отдельные аспекты, которые не являются повторами, хорошо разбирается в обсуждаемом материале, демонстрирует знание источников, библиографии, различных точек зрения по изучаемой теме, умеет анализировать тексты, приходит к самостоятельным аргументированным выводам и отстаивает свою точку зрения, соблюдает нормы литературной речи.

**2 балла** – студент хорошо разбирается в обсуждаемом материале, демонстрирует умение критически анализировать источники и различные точки зрения по обсуждаемой проблеме, приходит к самостоятельным аргументированным выводам, не проявляет активность в работе группы на семинаре (готовится и отвечает только на один вопрос семинарского занятия).

**1 балл** – студент неполно владеет материалом, при изложении фактического материала допускает отдельные неточности, знает различные точки зрения по обсуждаемой проблеме, но возникают трудности с их анализом, умеет излагать собственную позицию, но не все выводы

носят доказательный характер, при ответе активно пользуется конспектом вплоть до его зачитывания.

#### 8.3.4. Доклад

а) типовые задания (вопросы) - образец:

Примерные темы докладов «Введение в радиобиологию»

1. История развития радиобиологии. Применение неионизирующего излучения в практике животноводства.
2. Искусственная радиоактивность. Работы И. и Ф. Жолио-Кюри. Ядерные распады, ядерное деление, электронный захват и т.д. Строение атома.
3. Радиационная безопасность, как социально-гигиеническая проблема. Нормирование радиационного фактора (НРБ-99); «Основные санитарные правила и нормы (СанПиН)». Меры индивидуальной защиты и личной гигиены. Основы радиационной гигиены. Гигиенические нормативы. Варианты утилизации радиоактивных отходов. Способы дезактивации, их классификация.
4. Этапы становления радиозоологии. Особенности накопления радионуклидов в продукции рыболовства, пчеловодства, звероводства и промысловых животных.

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.

#### 8.3.5. Реферат

а) Примерные темы рефератов:

1. История развития радиобиологии.
2. Искусственные радионуклиды (получение, характеристика, свойства).
3. Реакция деления синтеза ядер. Управляемые ядерные реакции.
4. Естественный радиационный фон, его составляющие, действие на наследственность.
5. Биоиндикаторы ионизирующего излучения.
6. Технологически измененный естественный радиационный фон (рентгеновское и бытовые облучения).
7. Естественный радиационный фон. Радоновая составляющая его.
8. Радиоэкология: этапы ее развития. Задачи сельскохозяйственной радиоэкологии.
9. Зависимость радиационного фона от различных факторов (естественных, антропогенных). Экологическая катастрофа.
10. Методы, снижающие распространение радионуклидов по биологическим цепям.
11. Современные проблемы радиоэкологии.

б) Критерии оценивания компетенций:

- правильность оформления реферата (титульная 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.

### **8.3.6. Решение ситуационных задач:**

а) Примерные типы ситуационных задач:

#### **Задача 1.**

Трава на участке выпаса, по данным радиохимического анализа, содержит йод-131 в концентрации 12 мКи/кг. Какова активность по йоду-131 будет через 24 дня?

#### **Задача 2.**

Какова эквивалентная доза излучения, если животное облучали 7 часов потоком быстрых нейтронов с мощностью излучения 6 Гр/час.

#### **Задача 3.**

Какую дозу получит кролик за 30 часов облучения раствором йода-131 активностью 8 мКи, если колба с радиозотопом находится в 30 см от животного. Гамма-постоянная йода-131 равна 2,3 Р/ч.

б) Критерии оценивания компетенций:

- правильность рассмотрения ситуации
- четкое и верное трактование ситуации.

в) описание шкалы оценивания

Максимальное количество баллов 2. Каждый критерий оценивается в 1 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:**

#### **Рефлексия**

Проводится на лекции и семинарском 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 лекции, 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.

#### **Мультимедийное занятие**

Мультимедийное занятие является одной из форм интерактивного метода. На занятиях используются мультимедийные материалы, которые содержат короткие видео-лекции, перемежающиеся заданиями в виде теста. Студентам предлагается дать ответ на тестовое задание по ходу изучения материала, ответив самостоятельно у компьютера. При неправильном ответе видеосюжет автоматически повторяется до тех пор, пока не будет введен правильный ответ.

Критерии оценки:

1 балл – ответ дан верно;

0 баллов – ответ дан не верно.

### **8.4. Шкала оценки образовательных достижений**

Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущей и промежуточной аттестации

| <i>Сумма баллов</i> | <i>Оценка по 4-х балльной шкале</i> | <i>Оценка ECTS</i> | <i>Требования к уровню освоения учебной дисциплины</i> |
|---------------------|-------------------------------------|--------------------|--------------------------------------------------------|
|---------------------|-------------------------------------|--------------------|--------------------------------------------------------|

|        |                                            |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|--------|--------------------------------------------|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 90-100 | 5- «отлично»/ «зачтено»                    | A | Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы                                     |
| 85-89  | 4 - «хорошо»/<br>«зачтено»                 | B | Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос                                                                                                                                         |
| 75-84  |                                            | C |                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 70--74 |                                            | D |                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 65-69  | 3 - «удовлетворительно»/<br>«зачтено»      | D | Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала                                        |
| 60-64  |                                            | E |                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 0-59   | 2 - «неудовлетворительно»/<br>«не зачтено» | F | Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине |

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

### Основная литература:

1. Галицкий Э.А. Радиобиология: курс лекций. – Электронный учебник, 2006. – Электронная библиотека учебников – <http://studentam.net/content/view/896/27/>
2. Петин В. Г., Жураковская Г. П., Комарова Л. Н. Радиобиологические основы синергических взаимодействий в биосфере. – М.: ГЕОС, 2012.-219 с. – 10 экз.
3. Лысенко Н. П., Пак В. В., Рогожина Л. В. Кусурова З. Г. Радиобиология. – Издательство: Лань, 2012 – 576 стр. – [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=4229](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4229)
4. Джойнер М.С., Ван дер Когель О.Дж. Основы клинической радиобиологии Бином. Лаборатория знаний, 2013. – 600 стр. [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=8800](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=8800)

### **Дополнительная литература:**

1. Ярмоненко С.П., Вайсон А.А. Радиобиология человека и животных: учеб. пособие. - М.: Высш. школа, 2004. – 549 с. – 12 экз.
2. Оценка воздействия на окружающую среду / Донченко В.К., Иванова В. В., Питулько В.М., Растоскуев В.В. / под ред. Питулько В.М. – М.: Academia, 2013. – 400 с. – 2 экз.
3. Бутомо Н.В., Гребенюк А.Н. и др. Основы медицинской радиобиологии / Под ред. И.Б.Ушакова. – Спб : ООО «Изд-во ФОЛИАНТ», 2004. – 384с.
4. Гуськова А.К., Байсоголов Г.Д. Лучевая болезнь человека. – М.: Медицина, 1971. – 384с.
5. Коггл Д. Биологические эффекты радиации. – М.: Энергоатомиздат, 1986. –184с.
6. Кудряшев Ю.Б., Беренфельд Б.С. Основы радиационной биофизики. – М.: Изд-во Моск. университета, 1982. – 302с.
7. Окада Ш. Радиационная биохимия клетки : Пер. с англ. – Медицина, 1989. – 256с.
8. Ремизов А.Н., Максина А.Г., Потапенко А.Я. Медицинская и биологическая физика: учеб. для вузов. – 4-е изд., перераб. и дополн. – М.:Дрофа, 2003. – 560с.
9. Ильин Л.А., Кириллов В.Ф., Коренков И. П. Радиационная безопасность и защита. Справочник. – М.: Медицина, 1996. – 336 с.
10. Ильин Л.А., Кириллов В.Ф., Коренков И.П. Радиационная гигиена. – М.: Медицина, 1996.
11. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99). СП 2.6.1.799-99. - М.: Минздрав России, 2000. – 98 с.
12. Радиационный контроль. Стронций-90 и цезий-137. Пищевые продукты. Отбор проб, анализ и гигиеническая оценка. Методические указания по методам кон-троля. МУК 2.6.1.1194-03. – М.: Минздрав РФ, 2003.

### **10. Перечень ресурсов\* информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее - сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины**

1. Кудряшов Ю.Б., Перов Ю.Ф., Рубин А.Б. – Радиационная биофизика: радиочастотные и микроволновые электромагнитные излучения  
<http://e.lanbook.com/view/book/2221/page147/>
2. Барсуков О.А. — Основы физики атомного ядра. Ядерные технологии.  
<http://e.lanbook.com/view/book/2722/page489/>
3. [www.isir.ras.ru/](http://www.isir.ras.ru/) - Интегрированная система информационных ресурсов Российской Академии Наук.
4. [www.merlot.org/merlot/materials.htm?category=2608&&sort.property=overallRating](http://www.merlot.org/merlot/materials.htm?category=2608&&sort.property=overallRating) - MERLOT – Multimedia Educational Resource for Learning and Online Teaching. Раздел «Biology»
5. [www.nature.ru](http://www.nature.ru) - Учебники, научные монографии, обзоры, лабораторные практикумы в свободном доступе на сайте журнала Nature.
6. [www.viniti.msk.su/](http://www.viniti.msk.su/) - Всероссийский Институт Научной и Технической Информации (ВИНИТИ РАН).

### **11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

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

Программа предусматривает:

**Лекции:** 32 часа

**Организация деятельности студента:**

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

Студент должен иметь лекционную тетрадь, где оформляет конспект лекций: 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.

**Практические занятия:** 64 часа (2 часа в неделю).

Семинарские занятия призваны научить студентов разбираться в проблемных вопросах радиобиологии, ориентироваться в специальной литературе, самостоятельно работать с литературными и электронными источниками, научиться осуществлять поиск 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, написанию рефератов, 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 лекционного 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.

## Реферат

Подготовка рефератов направлена на развитие и закрепление у студентов навыков самостоятельного глубокого, творческого и всестороннего анализа научной, методической и другой литературы по актуальным проблемам дисциплины; на выработку навыков и умений грамотно и убедительно излагать материал, четко формулировать теоретические обобщения, выводы и практические рекомендации. Рефераты должны отвечать высоким квалификационным требованиям в отношении научности содержания и оформления.

Требования к оформлению реферата имеются на кафедре и в электронном виде на страничке кафедры.

## Самостоятельная работа: 156 часа

- 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, экзамену. Она включает проработку лекционного материала – изучение рекомендованных источников и литературы по тематике лекций, 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 лекций 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 (6 семестр) и экзамен (7 семестр)**

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

Подготовка к зачету и экзамену 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 экзамену используется основной учебник, рекомендованный в рабочей программе, а также конспекты лекций и научной литературы, составленные в ходе изучения всего курса.

## **12. 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 лекционных занятий
2. Организация взаимодействия с обучающимися посредством курса на портале «Гугл класс» (Проверка домашних заданий и консультирование).

При чтении лекций по данному курсу используются мультимедийные технологии в аудиториях ИАТЭ НИЯУ МИФИ, оснащенных компьютерами, экраном и проектором.

**Видеофильмы:** «Хроника молчания», «Битва за Чернобыль», «Атомные люди», «Чернобыль: 20 лет спустя».

### **12.1. Перечень информационных технологий**

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационные технологии:

- проведение лекций и практических занятий с использованием слайд-презентаций;
- использование обучающих видеофильмов;
- использование текстового редактора Microsoft Word;
- организация взаимодействия с обучающимися посредством ЭИОС.

### **12.2. Перечень программного обеспечения**

1. Текстовый редактор Microsoft Word (Microsoft Windows 7 Pro Договор №1322эа от 27.10.2020г.);
2. Редактор презентаций Microsoft PowerPoint (Microsoft Office 2016 Professional Plus Договор №1322эа от 27.10.2020г.);
3. Браузеры: Google Chrome, Internet Explorer, Yandex, Mozilla Firefox, Opera.

### **12.3. Перечень информационных справочных систем**

Доступ к электронным библиотечным ресурсам и электронной библиотечной системе (ЭБС) осуществляется посредством специальных разделов на официальном сайте ИАТЭ НИЯУ МИФИ. Обеспечен доступ к электронным каталогам библиотеки ИАТЭ НИЯУ МИФИ, а также электронным образовательным ресурсам (ЭИОС), сформированным на основании прямых договоров с правообладателями учебной и учебно-методической литературы, методических пособий:

- 1) Информационные ресурсы Сети Консультант Плюс, [www.consultant.ru](http://www.consultant.ru) (информация нормативно-правового характера на основе современных компьютерных и телекоммуникационных технологий);
- 2) Электронно-библиотечная система НИЯУ МИФИ, [http://libcatalog.mephi.ru/cgi/irbis64r/cgiirbis\\_64.exe?C21COM=F&I21DBN=BOOK&Z21ID=&P21DBN=BOOK](http://libcatalog.mephi.ru/cgi/irbis64r/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=BOOK&Z21ID=&P21DBN=BOOK);
- 3) ЭБС «Издательства Лань», <https://e.lanbook.com/>;
- 4) Электронно-библиотечная система BOOK.ru, [www.book.ru](http://www.book.ru);
- 5) Базы данных «Электронно-библиотечная система elibrary» (ЭБС elibrary);
- 6) Базовая версия ЭБС IPRbooks, [www.iprbooks.ru](http://www.iprbooks.ru);
- 7) Базы данных «Электронная библиотека технического ВУЗа» [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru);
- 8) Электронно-библиотечная система «Айбукс.py/ibooks.ru»,
- 9) <http://ibooks.ru/home.php?routine=bookshelf>
- 10) Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ», <http://urait.ru/>.

### **13. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Минимально необходимый для реализации дисциплины перечень материально-технического обеспечения включает в себя аудиторию для лекционных занятий на 30 посадочных мест с ноутбуком, проектором и экраном;

Учебная аудитория для проведения учебных занятий

Доска меловая 1 шт.

Проекционный экран

Мультимедийный проектор

Ноутбук

Стол преподавателя – 1 шт.,

Стол двухместный – 14 шт.,

Стулья – 30 шт.

Лицензионное программное обеспечение:

Microsoft Windows 7 Pro

Kaspersky Endpoint Security

Adobe Reader DC

Google Chrome

Наглядные пособия:

Плакат «Распределение поверхностного загрязнения почвы цезием-137 в результате аварии на Чернобыльской АЭС на территории Белорусской ССР, РСФСР и Украинской ССР (декабрь 1989)»

Плакат «Деление клетки»

Плакат «Строение клетки»

Плакат «Строение и функции нуклеиновых кислот»

Плакат «Типы химических связей»

Плакат «Строение и функции белков»

Мультимедийные лекции

### **14. Иные сведения и (или) материалы**

#### **14.1. 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 индивидуальных заданий практического направления. 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, практические занятия) – создание условий, при которых обучающиеся пользуются преимущественно репродуктивными методами при работе с конспектами, учебными пособиями, наблюдая за изучаемыми объектами, выполняя лабораторные работы по инструкции.

В интерактивных режимах по дисциплине проводятся:

– **Решение ситуационных задач** (практические занятия) – 4 часа.

После изучения объекта исследования формулируется ситуационная задача с решением ее студентами индивидуально или в группах с публичной защитой результатов работы и оппонированием.

– **Рефлексия** (лекции) – 16 часов.

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 лекции, собственный кругозор и эрудицию.

– **Мультимедийные занятия** (практические занятия) – 9 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 – 29 часов (15,8 % от аудиторных занятий).

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

Самостоятельная работа студентов составляет всего 156 часа. Самостоятельная работа студентов над курсом состоит из нескольких частей, призванных решать разные задачи.

1. Подготовка к рейтинговому контролю заключается в систематизации и углублении знаний по вопросам, выносимым на проверку. Для облегчения подготовки студентам предлагаются типовые контрольные вопросы, рекомендуется использование глоссария. На выполнение данного вида работы отводится 72 часа (из расчета по 3,5 часа на раздел).

2. Написание реферата по одной из предложенных тем предполагает самостоятельное изучение студентом одного из частных вопросов курса.

Перечень возможных тем рефератов и рекомендуемой литературы приводятся. О проведенной работе студент отчитывается на зачетном занятии в интерактивной форме – метод проекта. На выполнение данной работы отводится 84 академических часа.

Типовые задания для самопроверки

Тема: История радиологии

Учение о радиоактивности связано с именами

+: Беккереля, Кюри

+: Кюри, Беккереля

-: Содди, Резерфорд

-: Грей, Зиверт

Основоположник учения о явлении изотопии элементов

+: Содди

-: Беккерель

-: Резерфорд

-: Кюри

Кто открыл нейтрон

+: Чедвик

-: Резерфорд

-: Содди

-: Бор

-: Кюри

Кто из ученых впервые осуществил ядерную реакцию

+: Резерфорд

-: Бор

-: Кюри

-: Беккерель

Научные открытия

L1: Рентген

L2: Беккерель

R1: 1895 г. X-лучи

R2: 1896 г. радиоактивность солей урана

Понятие «радиология» относительно понятия «радиобиология»

+: Шире

-: Уже

-: Идентично

Основоположником радиологии считают

+: В. Рентгена

+: Вильгельма Рентгена

### **14.3. Краткий терминологический словарь**

**1. Аберрация** – (хромосомные перестройки)- структурные изменения хромосом.

**2. Абсолютная электростатическая единица** – это наименьшее количество электричества, встречающееся в природе:  $4,8 \times 10^{-10}$ .

- 3. Абсолютный метод измерения радиоактивности** – счетчики, конструкция которых позволяет поместить исследуемую пробу внутрь счетчика, избегая потерь при измерении геометрии с использованием  $4\pi$  основан на применении прямого счета полного числа частиц распадающихся ядер в условиях 4.
- 4. Авария радиационная** – потеря управления источниками ионизирующего излучения, вызванная неисправностью оборудования, неправильными действиями персонала, стихийными бедствиями или иными причинами, следствием которых являются: незапланированное облучение людей или радиоактивное загрязнение окружающей среды, превышающее допустимые уровни.
- 5. Аккумуляция радиоактивных изотопов в организме** – накопление радиоактивных протонов в живых организмах, подчиняющиеся общим биологическим закономерностям. Радиоизотопы ведут себя при этом в организме как стабильные изотопы данного химического элемента.
- 6. Активность радиоактивного вещества** – это число распадов, происходящих в препарате в единицу времени.
- 7. Актиниды** – группа, состоящая из 15 элементов с атомными номерами от 89-го (актиний) до 103 –го (лоурений) включительно. Все эти элементы являются радиоактивными. Эта группа включает уран, плутоний, америций, кюрий.
- 8. Альфа частицы** – представляют собой ядра атомов гелия (He) и состоят из двух протонов нейтронов. Пробег альфа частиц в воздухе 2-10 см, в биологических тканях, несколько десятков микрон. В воздухе на 1 см. пути альфа частица образует 100-250 тыс. пар ионов.
- 9. Анализ радиохимический** – определение качественного состава и количественного соотношения радиоактивных изотопов химических элементов, содержащихся в ультрамалых количествах (по массе) в различных материалах и веществах. Данный метод сочетает в себе выделение из пробы и концентрирование исследуемого радионуклида с помощью методов аналитической химии и определение его удельной радиоактивности одним из методов радиометрии.
- 10. Аннигиляция (исчезновение, уничтожение)** – это процесс превращения пары «позитрон-электрон» в два гамма-кванта с энергией, эквивалентной массе позитрона и электрона.
- 11. Антинейтрино ( $\bar{\nu}$ )** - это частица, выпускаемая вместе с электроном (см. нейтрино).
- 12. Атом** – мельчайшая частица химического элемента, являющая носителем его химических свойств.
- 13. Атомная единица массы** – это относительная (безмерная) величина атомной массы, которая показывает во сколько раз атом данного элемента тяжелее  $1/12$  атома изотопа углерода. Энергетический эквивалент 1 а.е.м. составляет 931 МэВ.
- 14. Атомный номер (Z) (зарядовое число)** – это количество протонов в ядре. Атомный номер соответствует номеру элемента в периодической таблице Д.И. Менделеева.
- 15. Беккерель (Бк.)** – это единица активности, равная одному распаду в секунду.
- 16. Бета излучение** - представляет собой поток частиц (электроны и позитроны), испускаемых ядрами при  $\beta$ -распаде. Пробег их в воздухе составляет до 25 м, в биологических тканях до 1 см.
- 17. Биологический эквивалент рада (бэрад)** - такое количество энергии, поглощенное в 1 г ткани, при котором наблюдается тот же эффект, что и при поглощенной дозе излучения в 1 рад рентгеновского и гамма-излучений.
- 18. Биологический эквивалент Рентгена (бэР)** – доза любого ядерного излучения, при которой в биологической среде создается такой же биологический эффект, как при дозе рентгеновского или гамма излучения в 1 рентгене.
- 19. Быстрые нейтроны** – нейтроны с энергией более 0,1 МэВ или с соответствующей скоростью, превышающей – 4 млн. м/с.
- 20. Внешнее облучение** – облучение тела от находящихся вне его источников ионизирующего излучения.
- 21. Внутреннее облучение** – облучение тела от находящихся внутри него источников ионизирующего облучения.
- 22. Возбуждение атома** - это атомы, обладающие избытком энергии.

- 23. Возбуждения атомов и молекул** – переход электронов с внутренней на более отдаленную внешнюю оболочку.
- 24. Выпадения глобальные** – выпадение на обширных территориях радиоактивных продуктов ядерных взрывов. Такие выпадения формируются из мельчайших частиц и газов, выброшенных в стратосферу и падающих в течение многих месяцев и лет вместе с атмосферными осадками.
- 25. Выпадения локальные** – выпадение радиоактивных осадков на территория, прилегающих к месту ядерного взрыва или к месту ядерных аварий в течении первых 2-3 суток. Такие выпадения обычно содержат более 200 радионуклидов 36 химических элементов.
- 26. Газоразрядный счетчик** – см. «Счетчик Гейгера - Мюллера».
- 27. Гамма излучение** – представляет собой поток электромагнитных волн. Пробег в воздухе достигает 100-150 м.
- 28. Генные мутации** – это мутации, возникающие в результате изменения лишь одного гена.
- 29. Грей (Гр)** – см. «Джоуль на килограмм».
- 30. Группа радиационной опасности радионуклида** – характеристика радионуклида как потенциального источника внутреннего облучения.
- 31. Дезактивизация** – удаление радиоактивных веществ с поверхности различных объектов или из различных сред. Для этого применяют методы механический (удаление поверхностного слоя путем срезания, обработки поверхностей с помощью пескоструйных аппаратов и т.д.), физико-химический (разбавление, перегонка, осаждение, ионообменное связывание радиоактивных веществ из растворов, использование специальных фильтрующих систем для очистки воздуха и т.д.).
- 32. Деионизация** – см. «Рекомбинация ионов».
- 33. Деление ядерное** – процесс, в ходе которого одно ядро расщепляется на два или более ядер и происходит выделение энергии. Этот термин часто применяется в отношении расщепления ядра урана –  $^{235}\text{U}$  тепловым нейтроном на две примерно равные части с испусканием других (вторичных нейтронов).
- 34. Делеция** – потеря участка хромосомы.
- 35. Дефект массы ( $\Delta m$ )** – это разница между массой ядра расчетной и массой ядра фактической  $\Delta m = \Delta m_{\text{расч.}} - \Delta m_{\text{факт.}}$ . Дефект массы показывает, насколько прочно связаны частицы в ядре и сколько выделилось энергии при образовании ядра из отдельных нуклонов.
- 36. Джоуль (Дж)** – это практическая единица измерения энергии, равная работе при мощности в 1 Вт в течении 1 секунды.
- 37. Джоуль на килограмм (Дж / кг) (Грей - Гр)** – это такая поглощенная доза, при которой в 1 кг массы облученного вещества поглощается 1 Дж энергии излучения:  $1 \text{ Гр} = 1 \text{ Дж/кг} = 100 \text{ рад}$ .
- 38. Доза излучения** – это величина энергии, поглощаемой в единице объема (массы) облучаемого вещества.
- 39. Доза летальная** – доза излучения, вызывающая гибель животных. Дозу, вызываемую гибелью животных 50 % называют полуметальной (ЛД 50), а вызывающую 100% гибель – абсолютно летальной (ЛД100).
- 40. Доза предельно допустимая (ПДД)** – годовой уровень облучения персонала, не вызывающей при равномерном накоплении дозы в течение 50 лет обнаруживаемых современными методами неблагоприятных изменений в состоянии здоровья самого облучаемого и его потомства, т.е. генетических последствий.
- 41. Доза экспозиционная (доза рентгеновского и гамма-излучения)** – энергия квантового излучения, преобразованная в генетическую энергию зараженных частиц в единице массы образцового вещества; при этом за образцовое вещество принимается атмосферный воздух.
- 42. Дозиметрия** – раздел ядерной физики и измерительной техники, в котором изучают величины, характеризующие действия ионизирующего излучения на вещества, а также методы и приборы для его качественного и количественного измерения.
- 43. Дозиметры (рентгенметры)** – приборы, измеряющие экспозиционную и поглощенную дозы излучения или соответствующие мощности доз. Дозиметры состоят из трех основных частей: детектора, радиотехнической схемы, усиливающей ионизационный ток и регистрирующего (измерительного) устройства.

- 44. Допустимая концентрация ДК:** - 1) допустимый уровень объемной активности радионуклида в воздухе рабочей зоны производственных помещений персонала  $ДК_A$  или в атмосферном воздухе  $ДК_Б$ . Численно равна отношению предельно допустимого поступления ПДП или предела годового поступления ПГП радионуклида к объему воздуха  $V$ , с которым радионуклид поступает в организм на протяжении календарного года:  $ДК_A = ПДП / V_A$ ;  $ДК_Б = ПГП / V_Б$
- 2) допустимый уровень концентрации ДКБ радионуклида в питьевой воде (рационе), численно равный отношению ПГП радионуклида к массе  $M_Б$  воды (рациона), с которым он поступает в организм на протяжении календарного года:  $ДК_Б = ПГП / M_Б$
- 45. Допустимая мощность дозы ДМД** – допустимый уровень усредненной за год мощности эквивалентной дозы. Численно равна отношению предельно допустимой дозы ПДД (или предела дозы ПД) ко времени облучения  $t$  в течение календарного года:  $ДМД_A = ПДД / t_A$ ;  $ДМД_Б = ПД / t_Б$ ;
- 46. Допустимая плотность потока частиц (фотонов) ДПП** – допустимый уровень усредненной за год плотности потока частиц. ДПП за год создает максимальную эквивалентную дозу в организме человека, равную предельно допустимой дозе ПДД (пределу дозы ПД). Численно равна отношению допустимой мощности дозы ДМД к удельной максимальной эквивалентной дозе  $h_m$ :  $ДПП = ДМД / h_m$ .
- 47. Допустимое радиоактивное загрязнение поверхности** – устанавливается на уровне, не допускающем внешнего и внутреннего облучения людей за счет радиоактивного загрязнения выше предельно допустимой дозы ПДД (или предела дозы ПД), а также предупреждающем загрязнение помещений и территории вследствие разноса радиоактивных веществ.
- 48. Допустимое содержание** - допустимый уровень содержания радионуклида в организме человека. Такое усредненное за год содержание радионуклида в организме (критическом органе), при котором максимальная эквивалентная доза МЭД за календарный год равна предельно допустимой дозе ПДД (пределу дозы ПД).
- 49. Допустимый выброс радиоактивных веществ** - установленный для учреждения контрольный уровень активности радионуклидов, удаляемых за календарный год в атмосферный воздух через систему вентиляции.
- 50. Допустимый сброс радиоактивных веществ** – установленный для учреждения контрольный уровень активности радионуклидов, удаляемых за календарный год во внешнюю среду со сточными водами.
- 51. Допустимый уровень** – производный норматив для поступления радионуклидов в организм человека за календарный год, усредненных за год мощности эквивалентной дозы, содержания радионуклидов в организме, их концентрации (объемной активности) в воздухе, питьевой воде и рационе, плотности потока частиц (фотонов) и т.д., рассчитанным из значения основных дозовых пределов ПДД и ПД.
- 52. Единица стронциевая** - величина характеризующая отношение активности стронция к массе кальция в пробе. Количественно определяется как отношение активности стронция в пикокюри на 1 кг продукта к массовой доле в нем кальция (г/кг).
- 53. Естественные радионуклиды** - нуклиды радиоактивных семейств (рядов): уран – 235, уран – 238 и торий – 232, а также калий – 40 и рубидий – 87, находящиеся в земной коре и объектах внешней среды с момента образования земли.
- 54. Естественный фон излучения** – эквивалентная доза ионизирующего излучения, создаваемая космическим излучением и излучением естественно распределенных природных радионуклидов в поверхностных слоях земли, приземной атмосфере, продуктах питания, воде и организме человека.
- 55. Загрязнение радиоактивное** - присутствие радиоактивных веществ техногенного происхождения (на поверхности или внутри организма, в воздухе, воде и т. д.), которое может привести к облучению организма в повышенных дозах. Для человека эта доза индивидуального облучения составляет более 10 мкЗв в год.
- 56. Загрязнение радионуклидное** - поступление в экосистему радионуклидов техногенного (производственного) происхождения.

- 57. Закон Кулона** - сила, с которой действуют друг на друга два точечных электрических заряда, прямо пропорциональна произведению зарядов и обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними.
- 58. Закон радиоактивного распада** - доказывает, что за единицу времени распадается всего одна и та же доля имеющихся в наличии ядер.  $N_t = N_{0e}^{-\lambda t}$
- 59. Зарядовое число (z)** - см. «Атомный номер».
- 60. Зиверт (Зв)** - единица измерения эквивалентной дозы излучения (система СИ). Эквивалентная доза любого вида излучения, поглощенная в 1 кг биологической ткани, создающая такой же биологический эффект и поглощенная доза в 1 Гр фотонного излучения.
- 61. Зона наблюдения** – территория, где возможно влияния радиоактивных сбросов и выбросов учреждения и где облучение проживающего населения может достигать установленного предела дозы (ПД). На этой территории проводят радиационный контроль.
- 62. Зона отселения** – часть территории Российской Федерации за пределами зоны отчуждения, на которой загрязнение почв цезием - 137 составляет свыше  $5,55 \cdot 10^{11}$  Бк/км<sup>2</sup> (15 Ки/ км<sup>2</sup>), или стронцием - 90 свыше  $1,11 \cdot 10^{11}$  Бк/км<sup>2</sup> (3 Ки/км<sup>2</sup>). Если на таких территориях плотность загрязнения почв цезием 137 составляет  $1,48 \cdot 10^{12}$  Бк/км<sup>2</sup> (40 Ки/км<sup>2</sup>) либо среднегодовая эффективная доза облучения населения может превысить 5,0 мЗв (0,5 бэр), население подлежит обязательному отселению.
- 63. Зона отчуждения** - территория вокруг Чернобыльской АЭС, а также часть загрязненной территории РФ, с которых в соответствии с нормами радиационной безопасности было эвакуировано население. В этой зоне запрещается постоянное проживание, ограничивается сельскохозяйственная деятельность и природопользование.
- 64. Зона проживания с льготным социально-экономическим статусом** - часть территории РФ за пределами зоны отчуждения, зоны отселения и зоны проживания с правом на отселение с плотностью радиоактивного загрязнения почв цезием-137 от  $0,37 \cdot 10^{11}$  до  $1,85 \cdot 10^{11}$  Бк/км<sup>2</sup> (от 1 до 5 Ки/ км<sup>2</sup>). В этой зоне среднегодовая эффективная доза не должна превышать 1 мЗв (0,1 бэр).
- 65. Зона проживания с правом на отселение** - часть территории РФ за пределами зоны отчуждения и зоны отселения с плотностью радиоактивного загрязнения почв цезием-137 от  $1,85 \cdot 10^{11}$  до  $5,55 \cdot 10^{11}$  Бк/км<sup>2</sup> (от 5 до 15 Ки/км<sup>2</sup>). Если в этой зоне среднегодовая эффективная доза облучения населения превышает 1 мЗв (0,1 бэр), лица, принявшие решение о выезде на другое место жительства, имеют право на получение компенсаций и льгот, установленных федеральным законодательством.
- 66. Зона санитарно-защитная** – территория вокруг учреждения или источника радиоактивных выбросов или сбросов, на которой уровень облучения людей в условиях нормальной эксплуатации учреждения может превышать предел дозы (П.Д.). В этой зоне устанавливают режим ограничений и проводят радиационный контроль.
- 67. Излучение ионизирующее** – излучение взаимодействие которого с веществом приводит к образованию в этом веществе ионов разного знака. Ионизирующее излучение состоит из зараженных и незараженных частиц, которым относится также фотоны.
- 68. Изобары** - это атомные ядра разных элементов с одинаковым массовым числом, но с различным атомным номером.
- 69. Изомеры** - это атомы элемента с одинаковым массовым числом и одинаковым атомным номером, но ядра, которых находятся в различном энергетическом состоянии. Изомеры обладают разным периодом полураспада (T), энергией и видом излучения.
- 70. Изоморфный носитель** - стабильный химический элемент, сходный по химическим свойствам с выделяемым радиоизотопом.
- 71. Изотоны** - это атомные ядра разных элементов с равным числом нейтронов.
- 72. Изотопный носитель** - стабильный элемент того же изотопа (радиоактивного), который требуется выделить из пробы.
- 73. Изотопы** - это атомы, однотипные по количеству протонов (с одинаковым зарядом), но различные по числу нейтронов.
- 74. Инертный носитель** - стабильный элемент, который не сходен по химическим свойствам с выделяемым из пробы радиоизотопом, но способен перевести его из одной фазы в другую.

- 75. Интенсивность ионизирующего излучения** - плотность потока ионизирующих частиц или гамма-квантов, т.е. отношение числа частиц (квантов) ионизирующего излучения, проходящих через нормально расположенную поверхность к единице площади и к единице времени.
- 76. Интенсивность направленного излучения** - энергия, переносимая ионизирующим излучением в единицу времени через единицу площади нормально расположенной поверхности.
- 77. Ионизационные детекторы излучения** - представляют собой заполненную воздухом или газом камеру с электродами для создания в ней соответствующего электрического поля.
- 78. Ионизация** - это процесс образования ионов из нейтральных атомов.
- 79. Источник ионизирующего излучения** - устройство или радиоактивное вещество, испускающее или способное испускать ионизирующее излучение.
- 80. Источник радиоактивный закрытый** - источник излучения, устройство которого в условиях применения и износа исключает попадание радиоактивных веществ в окружающую среду (сплавы, слитки, стержни).
- 81. Источник радиоактивный открытый** - источник излучения, при использовании которого возможно попадание радиоактивных веществ в окружающую среду (порошки, жидкости, газы).
- 82. Категория А** - персонал, т.е. лица, постоянно или временно непосредственно работающие с техногенными источниками излучения.
- 83. Категория Б** - ограниченная часть населения, т.е. лица, проживающие вблизи санитарно-защитной зоны учреждений и предприятий, использующих источники излучения. Среди этой части населения выделяют критическую группу, по которой судят в целом об этой категории.
- 84. Категория В** - население области, края, республики, страны.
- 85. Килоэлектронвольт (кэВ)** - величина энергии, равная одной тысяче электронвольт.
- 86. Корпускулярное излучение** - поток заряженных частиц вещества, обладающих массой покоя, различной скоростью и электрическим зарядом.
- 87. Космическое излучение** - это ионизирующее излучение, непрерывно падающее на поверхность земли из мирового пространства (первичное космическое излучение) и образующееся в земной атмосфере в результате взаимодействия первичного космического излучения с атомами воздуха (вторичное космическое излучение).
- 88. Космогенные радионуклиды** - нуклиды, образующиеся в результате взаимодействия космического излучения с атомами азота, водорода и др., из большого числа космогенных радионуклидов заметный вклад в дозу облучения вносят водород - 3; бериллий - 7; углерод - 14 и натрий - 22.
- 89. Коэффициент газового усиления ( $K_{гв}$ )** - отношение общей суммы ионов ( $n$ ), участвующих в создании ионизационного тока, к числу первично образованных ионов ( $n_0$ ):  $K_{гв} = n/n_0$ .
- 90. Коэффициент дискриминации** - отношение числа стронциевых единиц в данной пробе к числу стронциевых единиц в предшествующем звене биологической системы.
- 91. Коэффициент качества** - см. «Коэффициент относительной биологической эффективности».
- 92. Коэффициент накопления** - отношение активности радионуклидов в растениях к активности в почве.
- 93. Коэффициент относительной биологической активности (ОБЭ)** - (коэффициент качества) - показывает, во сколько раз эффективность биологического действия данного вида измерения больше, чем рентгенового или гамма-излучения при одинаковой поглощенной дозе в тканях.
- 94. Коэффициент перехода радионуклидов** - отношение активности радионуклидов в звене-акцепторе к активности в звене-доноре. Под звеном-акцептором понимают каждое последующее звено пищевой цепочки, а под звеном-донором - каждое предыдущее.
- 95. Кратность накопления** - отношение активности радионуклида в органах, тканях, организме животного к суточному поступлению его с рационом.
- 96. Критическая группа** - небольшая по численности группа лиц категории Б, однородная по условиям жизни, возрасту, полу или другим факторам, которая подвергается наибольшему радиационному воздействию в пределах учреждения, его санитарно-защитной зоны и зоны наблюдения. Используется при оценке облучения лиц категории Б.

- 97. Критический орган** - это орган, в котором происходит избирательная концентрация радионуклидов и вследствие чего он подвергается наибольшему облучению и повреждению.
- 98. Кулон (Кл)** - это практическая единица количества электричества, равная количеству электричества, переносимому током в один ампер в течении одной секунды.
- 99. Кулон на килограмм (Кл/кг)** - это такая экспозиционная доза рентгеновых и гамма-лучей, при которой сопряженная корпускулярная эмиссия в килограмме сухого воздуха производит ионы, несущие заряд в один кулон электричества каждого знака.
- 100. Кюри (Ки)** - это внесистемная международная единица, которая показывает такое количество любого радиоактивного вещества, в котором число радиоактивных распадов в одну секунду равно 37 миллиардам ( $3,7 \cdot 10^{10}$ ). Один кюри соответствует радиоактивности одного грамма радия.
- 101. Лучи-альфа** - лучи, отклоняющиеся к отрицательно заряженной пластинке.
- 102. Лучи-бета** - лучи, отклоняющиеся в поперечном магнитном поле к положительному полюсу.
- 103. Максимальная эквивалентная доза МЭД,  $H_m$**  - наибольшее значение суммарной эквивалентной дозы в критическом органе (теле) от всех источников внешнего и внутреннего облучения. Значение МЭД регламентируется основными дозовыми пределами.
- 104. Масса покоя (собственная масса)** - это масса частицы, скорость которой равна нулю.
- 105. Массовое число (A)** - число нейтронов и протонов в атомном ядре.
- 106. Мегаэлектровольт (МэВ)** - это величина энергии, равная одному миллиону электровольт.
- 107. Метод авторадииграфии (радиоавтография)** - метод получения фотографических изображений в результате действия на фотографию излучения радиоактивных элементов, находящихся в исследуемом объекте.
- 108. Мертвое время счетчика** - время, в течение которого счетчик не может зарегистрировать попавшую в него частицу или квант.
- 109. Миграция радионуклидов в биосфере** - природное или техногенное перемещение радионуклидов. По направлению миграцию радионуклидов подразделяют на вертикальную, горизонтальную и смешанную.
- 110. Миграция радионуклидов в почве** - совокупность процессов, приводящих к перемещению радионуклидов в почве по глубине и в горизонтальном направлении: диффузия свободных и адсорбированных (связанных) ионов, перенос по корневым системам растений в результате хозяйственной деятельности человека и других процессов.
- 111. Микродозиметрия** - это область физики занимающаяся исследованием процесса передачи и распределения энергии ионизирующего излучения в веществе в пределах микрообъемов (клетки).
- 112. Миллиграмм эквивалент радия (мг-экв. радия)** - это активность любого радиоактивного препарата, гамма-излучение которого при идентичных условиях измерения создает такую же мощность экспозиционной дозы, как гамма-излучение одного миллиграмма радия Государственного эталона радия РФ при плановом фильтре 0,5 мм.
- 113. Минимальная значимая активность МЗА** - наименьшая активность открытого источника на рабочем месте, при которой еще требуется разрешения органов Госсаннадзора на использование этого источника.
- 114. Мощность дозы (P)** - это поглощенная или экспозиционная доза излучения (D) отнесенные к единице времени (T)  $P=D/T$ . Чем больше мощность дозы, тем быстрее растет доза излучения.
- 115. Мутагенез радиационный** - метод получения разнообразных мутаций с применением ионизирующей радиации.
- 116. Нейтрино** - электронная частица, которая движется со скоростью света, не имеет массы покоя и обладает большой проникающей способностью; частица, испускаемая вместе с позитроном ( $\beta^+$ ), нейтрино ( $\nu^+$ ), а вместе с электроном ( $\beta^-$ ) - антинейтрино ( $\bar{\nu}$ ).
- 117. Нейтрон** - это нейтральная единица, масса которой 1,00898 а.е.м. Число нейтронов в ядре (N n) равно разности между массовым числом (A) и атомным номером (Z) элемента:  $Nn=A-Z$ .
- 118. Носитель** - это элемент одноименный или сходный по химическим свойствам с радиоактивным изотопом, извлекаемым из пробы.

- 119. Нуклид** – разновидность атома, характеризующаяся числом протонов и нейтронов, а в некоторых случаях энергетическим состоянием ядра.
- 120. Нуклон** - общее название протонов и нейтронов.
- 121. Область Гейгера** - область напряжений, при которых, в детекторе возникает самостоятельный разряд.
- 122. Основной дозовый предел** – основная регламентируемая Нормами радиационной безопасности величина предельно допустимая доза ПДД или предел дозы ПД.
- 123. Относительный метод измерения радиоактивности** – основан на сравнении активности исследуемого препарата с активностью стандартного препарата (эталоны), содержащего известное количество изотопов.
- 124. Отрицательный ион** - это атом, присоединивший к себе один или несколько электронов.
- 125. Передача энергии линейная (ЛПЭ)** - это отношение полной энергии ( $dE$ ), переданной веществу заряженной частицей вследствие столкновений на пути ( $dL$ ), к длине этого пути, измеряется во внесистемных единицах как килоэлектрон-вольт на микрометр воды, (кЭв/мкм).
- 126. Период корневого поступления радионуклидов в продукцию растениеводства** - третий период в динамике радиационной обстановки после радиационной аварии, начинающийся со второго вегетационного года после аварии. Основную опасность представляют изотопы стронций 90 и цезий 137.
- 127. Период полувосстановления** - время, в течение которого восстанавливается 50% повреждения, полученного при лучевом поражении.
- 128. Период полувыведения биологический** - время, в течение которого из организма выводится половина находящегося в нем количества радионуклида. Этот показатель определяется химическими свойствами, биологической значимостью элемента, свойствами ткани, в которой он находится, видовыми особенностями и общим физиологическим состоянием организма. Он может быть изменен специальным рационом у животных, лекарственными средствами и т. д.
- 129. Период полувыведения эффективный** - время, в течение которого количество радиоактивного изотопа уменьшается в организме наполовину, вследствие его физического распада и биологического выделения. Это один из основных критериев при оценке токсичности радиоактивного изотопа.
- 130. Период полураспада ( $T_{1/2}$ )** - это время, в течение которого распадается половина исходного количества радиоактивных ядер.
- 131. Период преобладающего поверхностного загрязнения сельскохозяйственных угодий средне- и долгоживущими радионуклидами** - второй период в динамике радиационной обстановки после радиационной аварии, когда основная опасность связана с некорневым загрязнением растений средне и долгоживущими радионуклидами. Наиболее опасны в биологическом отношении цезий 134, 137 и стронций 90.
- 132. Планетарная модель атома** - в центре атома расположено ядро, имеющее положительный заряд, вокруг ядра перемещаются по эллиптическим орбитам электроны, образующие электронную оболочку атома.
- 133. «Плато счетчика»** - это область напряжений, в которой устанавливается постоянство скорости счета в единицу времени.
- 134. Плотность ионизации линейная** - (удельная ионизация) - это число пар ионов на единицу пути частицы в веществе.
- 135. Плотность потока частиц** - отношение числа ионизирующих частиц, проникающих в элементарную сферу за интервал времени, к площади центрального сечения этой сферы и к этому интервалу времени.
- 136. Поглощенная доза  $D$**  – основная дозиметрическая величина. Равна отношению средней энергии  $d$ , переданной ионизирующим излучением веществу в элементарном объеме, к массе  $dm$  вещества в этом объеме:  $D = d / dm$ . Единица поглощенной дозы – рад, 1 рад = 0,01 Дж/кг. ВСИ единица поглощенной дозы – грей, Гр, 1 Гр = 100 рад.
- 137. Позитрон** - элементарная частица, подобная электрону, но с положительным знаком заряда.
- 138. Положительный ион** - это атом, лишившийся одного или нескольких электронов.

- 139. Потери радиоактивных частиц с растений (полевые)** - потери радиоактивности загрязненными растениями, обусловленные всеми факторами, кроме радиоактивного распада.
- 140. Предел годового поступления радионуклида (ПГП)** – Допустимый уровень поступления радионуклида в организм для категории Б облучаемых лиц. ПГП – такое поступление радионуклида в организм в течение календарного года, которое за 70 последующих лет создает в критическом органе максимальную эквивалентную дозу, равную пределу дозы ПД. При ежегодном поступлении на уровне ПГП средняя эквивалентная доза за любой календарный год у критической группы лиц категории Б будет равна или меньше ПД в зависимости от времени достижения равновесного содержания радионуклида в организме.
- 141. Предел дозы (ПД)** - такое наибольшее среднее значение индивидуальной дозы для лиц категории Б за календарный год, при котором равномерное облучение в течении 70 лет не может вызвать в состоянии здоровья неблагоприятных изменений, обнаруженных современными методами.
- 142. Предельно допустимая концентрация (ПДК) радионуклидов** - регламентированные гигиеническими нормативами безопасные для человека загрязнения окружающей среды, в том числе воды и продуктов питания.
- 143. Предельно допустимое поступление (ПДП)** – допустимый уровень поступления радионуклида в организм лиц категории А. ПДП - такое поступление радионуклида в течение календарного года, которое за последние 50 лет создает в критическом органе максимальную эквивалентную дозу, равную ПДД. При ежегодном поступлении на уровне ПДП максимальная эквивалентная доза за любой календарный год будет равна или меньше ПДД в зависимости от времени достижения равновесного содержания радионуклида в организме.
- 144. Пробег частицы** - это путь, проходимый альфа- и бета-частицами в веществе, на протяжении которого она производит ионизацию.
- 145. Продукт деления** – нуклид, образующийся в результате либо деления, либо последующего радиоактивного распада образовавшегося таким же образом радиоактивного нуклида.
- 146. Продукт распада** – нуклид или радионуклид, образующийся при распаде. Он может образовываться непосредственно при распаде одного радионуклида или в результате серии последовательных распадов нескольких радионуклидов.
- 147. Протрон** - это устойчивая элементарная частица с массой, равной 1,00758 а.е.м., а в абс. ед. массы –  $1,6725 \cdot 10^{-27}$  г. Протон имеет один элементарный положительный электрический заряд, равный заряду электрона.
- 148. Процесс возбуждения** - это переход электронов с одного энергетического уровня на другой, более удаленный от ядра.
- 149. Работа ионизации** - это средняя работа, затрачиваемая на образование одной пары ионов.
- 150. Рад** - это поглощенная доза любого вида ионизирующего излучения, при которой в одном грамме массы вещества поглощается энергия излучения равная 100 эрг:  $1 \text{ рад} = 100 \text{ эрг/г} = 10 \text{ Дж/кг}$ .
- 151. Радиационная разведка** - комплекс мероприятий, направленных на своевременное выявление степени радиоактивного заражения воздуха, источников воды, продовольствия, фуража и др. объектов внешней среды.
- 152. Радиоактивность** - это свойство ядер определенных элементов самопроизвольно (т.е. без каких-либо внешних воздействий) превращаться в ядра других элементов с испусканием особого рода излучения, называемого радиоактивным излучением. Само явление называется радиоактивным распадом.
- 153. Радиоактивные вещества** - радионуклиды, радиоизотопы - химические элементы, обладающие способностью к самопроизвольному распаду путем выделения корпускулярного или электромагнитного излучения.
- 154. Радиоактивные отходы** - отходы, образующиеся в процессе производства радиоактивных изотопов и их использования в народном хозяйстве.
- 155. Радиоактивные продукты деления** - радиоизотопы, образующиеся в процессе деления ядра атома, осуществившего захват свободного нейтрона.
- 156. Радиоактивный распад** - то же, что и радиоактивность.
- 157. Радиоактивный ряд** - см. «Радиоактивные семейства».

- 158. Радиоактивное семейство (радиоактивный ряд)** - это совокупность всех изотопов ряда элементов, возникающих в результате последовательных радиоактивных превращений из одного материнского элемента (родоначальника).
- 159. Радиоактивный фон** - ионизирующие излучения, непрерывно возникающие в природе под воздействием космических лучей или в результате распада естественных радиоактивных веществ.
- 160. Радиобиология** - это наука, о действии всех видов ионизирующих излучений на живые органы организма и их сообщества.
- 161. Радиодиагностика, радиоизотопная диагностика** - диагностика болезней при помощи радиоактивных изотопов и меченых атомов или соединений.
- 162. Радиологические единицы** - единицы физических величин, применяемые для количественной оценки интенсивности ионизирующих частиц или фотонов (квантов), взаимодействия ионизирующих излучений с веществом, процессов радиоактивного распада и концентрации радиоактивных веществ.
- 163. Радиометрия** - это раздел прикладной ядерной физики, который разрабатывает теорию и практику измерения радиоактивности, и идентификацию радиоизотопов.
- 164. Радиометры** - это приборы с газоразрядными, сцинтилляционными счетчиками и другими детекторами, предназначенные для измерения активности радиоактивных препаратов и источников излучения, для определения плотности потока или интенсивности ионизирующих частиц и квантов, поверхностной радиоактивности предметов, удельной активности аэрозолей, газов и жидкостей.
- 165. Радиометрический контроль** - комплекс мероприятий направленный на определение вида и степени загрязненности радиоактивными продуктами объектов надзора.
- 166. Радионуклиды** - это радиоактивные атомы с данным массовым числом и атомным номером, а для изомерных атомов – и с данным определенным энергетическим состоянием атомного ядра.
- 167. Радиостерилизация** - (лучевая стерилизация) обеспложивание посредством ионизирующего излучения.
- 168. Радиостерилизация холодная** - стерилизация материалов и препаратов медицинского и ветеринарного назначения на основе летального действия радиации в больших дозах.
- 169. Радиотерапия, кюритепия** - один из методов лучевой терапии, лечение воздействием бета - или гамма-излучений естественных и искусственных радиоактивных веществ.
- 170. Радиотоксины** – активные белковые вещества, образующиеся в результате изменения химических и биохимических процессов в клетке под действием радиации.
- 171. Радиохимия** - область химии, занимающаяся изучением физико-химических и химических свойств радиоактивных изотопов, разработкой методов их выделения, концентрирования и очистки и изучением их поведения при ядерных превращениях.
- 172. Радиационная разведка** – комплекс мероприятий, направленных на своевременное выявление степени радиоактивного заражения воздуха, источников воды, продовольствия, фуража и других объектов внешней среды.
- 173. Радиационная токсикология** - отдел радиобиологии, изучающий пути поступления радиоактивных изотопов в организм, закономерности распределения, перераспределения, отложения или накопления их в различных органах и тканях, выведения из организма и биологическое действие.
- 174. Распад радиоактивный** – самопроизвольное превращение радионуклида. Спад активности радиоактивного вещества.
- 175. Расчетный метод измерения радиоактивности** - метод определения абсолютной активности альфа- и бета-излучающих изотопов заключается в том, что измерение осуществляется при помощи обычных газоразрядных или сцинтилляционных счетчиков.
- 176. Резорбция радионуклидов в организме** - поступление радионуклидов в организм всеми известными путями (органы дыхания, орально, через кожу, слизистые и серозные покровы, раны и др.) Степень резорбции зависит от химического соединения, пути поступления, вида, возраста, физиологического состояния животных и других факторов.

- 177. Рекомбинация ионов (деионизация)** - заключается в том, что свободное место их на орбите положительного иона заполняется свободным электроном, после чего атом вновь становится электрически нейтральной системой.
- 178. Рентген (Р)** - это такая экспозиционная доза рентгеновского или гамма-излучения, при которой сопряженная корпускулярная эмиссия в одном кубическом сантиметре сухого воздуха (0,001293 г) при температуре 0°С и давлении 1013 г Па (760 мм. рт. ст.) создает 2 млрд. пар ионов, несущие заряд в одну электростатическую единицу электричества каждого знака.
- 179. Рентгенометр** - см. «Дозиметры».
- 180. Рентгеновское излучение** – электромагнитное ионизирующее излучение. Наиболее распространенным его источником являются рентгеновские аппараты.
- 181. Самоочищение почвы** - уменьшение количества загрязняющих почву радионуклидов в результате протекающих в ней процессов миграции.
- 182. Санпропускник** – помещения, предназначенные для смены одежды, санитарной обработки персонала и контроля радиоактивного загрязнения кожных покровов и спецодежды.
- 183. Синтез термоядерный** – процесс, в ходе которого два или несколько легких ядер образуют более тяжелое ядро и происходит выделение энергии.
- 184. Слой половинного ослабления ( $1/2$ )** – это толщина поглотителя, при прохождении, которого интенсивность излучения ослабляется вдвое.
- 185. Снимаемое (нефиксированное) радиоактивное загрязнение поверхности** – радиоактивные вещества, которые самопроизвольно или при эксплуатации переходят с загрязненной поверхности в окружающую среду и удаляются применяемыми способами дезактивации.
- 186. Собственная масса** - см. «Масса покоя».
- 187. Спектр радиоактивного излучения** - это распределение частиц по энергиям.
- 188. Спектрометры** - приборы предназначенные для измерения распределения излучения по энергии, заряду и массам, а также, для пространственно- временных распределений излучений.

## **15. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. № АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации обучающихся с ОВЗ с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений.

Обучение лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом индивидуальных психофизических особенностей, а для инвалидов также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида.

**Для лиц с нарушением слуха** возможно предоставление информации визуально (краткий конспект лекций, основная и дополнительная литература), на лекционных и практических занятиях допускается присутствие ассистента, а так же, сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Оценка знаний студентов на практических занятиях осуществляется на основе письменных конспектов ответов на вопросы, письменно выполненных практических заданий. Доклад так же может быть предоставлен в письменной форме (в виде реферата), при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.) С учетом состояния здоровья просмотр кинофильма с последующим анализом может быть проведен дома (например, при необходимости дополнительной звукоусиливающей аппаратуры (наушники)). В таком случае студент предоставляет письменный анализ, соответствующий предъявляемым требованиям.

Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости, время подготовки на зачете может быть увеличено.

**Для лиц с нарушением зрения** допускается аудиальное предоставление информации (например, с использованием программ-синтезаторов речи), а так же использование на лекциях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т.д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь. Оценка знаний студентов на семинарских занятиях осуществляется в устной форме (как ответы на вопросы, так и практические задания). При необходимости анализа фильма может быть заменен описанием ситуации межэтнического взаимодействия (на основе опыта респондента, художественной литературы и т.д.), позволяющим оценить степень сформированности навыков владения методами анализа и выявления специфики функционирования и развития психики, позволяющими учитывать влияние этнических факторов. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

**Лица с нарушениями опорно-двигательного аппарата** не нуждаются в особых формах предоставления учебных материалов. Однако, с учетом состояния здоровья часть занятий может быть реализована дистанционно (при помощи сети «Интернет»). Так, при невозможности посещения лекционного занятия студент может воспользоваться кратким конспектом лекции.

При невозможности посещения практического занятия студент должен предоставить письменный конспект ответов на вопросы, письменно выполненное практическое задание. Доклад так же может быть предоставлен в письменной форме (в виде реферата), при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.).

Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата

проводится на общих основаниях, при необходимости процедура зачета может быть реализована дистанционно (например, при помощи программы Skype).

Для этого по договоренности с преподавателем студент в определенное время выходит на связь для проведения процедуры зачета. В таком случае зачет сдается в виде собеседования по вопросам (см. формы проведения промежуточной аттестации для лиц с нарушениями зрения). Вопрос и практическое задание выбираются самим преподавателем.

Примечание: Фонды оценочных средств, включающие типовые задания и методы оценки, критерии оценивания, позволяющие оценить результаты освоения данной дисциплины обучающимися с ОВЗ могут входить в состав РПД на правах отдельного документа.

**Программу составил (а) (и):**

Л.Н. Комарова, профессор ОБТ, д.б.н., проф.

....

**Рецензент (ы):**

Г.П. Жураковская, вед.н.с. МРНЦ им. А.Ф.Цыба, д.б.н.