

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Таскаев Сергей Валерьевич  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 29.06.2026 10:21:58  
Уникальный программный ключ:  
04c19ed8bb98f3b6c077a485b9a8788b527573



МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)  
Физический факультет  
Кафедра общей и теоретической физики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Радиационная физика и биомедицинские эффекты» по направлению подготовки (специальности) 03.03.02 «Физика» направленности (профилю) Физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

|                      |        |                        |               |
|----------------------|--------|------------------------|---------------|
| Версия документа - 1 | стр. 1 | Первый экземпляр _____ | КОПИЯ № _____ |
|----------------------|--------|------------------------|---------------|

**Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации  
по дисциплине (модулю)  
Радиационная физика и биомедицинские эффекты**

Направление подготовки (специальность)  
03.03.02 Физика

Направленность (профиль)  
Физика

Присваиваемая квалификация (степень)  
Бакалавр

Форма обучения  
Очная

Год набора 2026

Челябинск, 2026 г.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)  
Физический факультет  
Кафедра общей и теоретической физики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Радиационная физика и биомедицинские эффекты» по направлению  
подготовки (специальности) 03.03.02 «Физика» направленности (профилю) Физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

|                      |        |                        |               |
|----------------------|--------|------------------------|---------------|
| Версия документа - 1 | стр. 2 | Первый экземпляр _____ | КОПИЯ № _____ |
|----------------------|--------|------------------------|---------------|

## Содержание

1. Паспорт фонда оценочных средств
2. Перечень формируемых компетенций
3. Содержание оценочных средств по дисциплине
  - 3.1. Виды оценочных средств
  - 3.2. Содержание оценочных средств
4. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации
  - 4.1. Порядок проведения промежуточной аттестации
  - 4.2. Результаты промежуточной аттестации и уровни сформированности компетенций



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)  
Физический факультет  
Кафедра общей и теоретической физики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Радиационная физика и биомедицинские эффекты» по направлению подготовки (специальности) 03.03.02 «Физика» направленности (профилю) Физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 3

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

КОПИЯ № \_\_\_\_\_

## 1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Направление подготовки: 03.03.02 Физика

Направленность (профиль): Физика

Дисциплина: Радиационная физика и биомедицинские эффекты

Семестр: 8

Форма промежуточной аттестации: зачет

Система оценивания: оценивание результатов осуществляется с использованием балльно-рейтинговой системы.

## 2. ПЕРЕЧЕНЬ ФОРМИРУЕМЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ И ЭТАПЫ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ

### 2.1. Компетенции, закреплённые за дисциплиной

Изучение дисциплины «Радиационная физика и биомедицинские эффекты» направлено на формирование следующих компетенций:

| Коды компетенции (по ФГОС) | Содержание компетенций согласно ФГОС   | Индикаторы достижения компетенций согласно ОПОП   | Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине   |
|----------------------------|--|---|---|
| ПК-1                       | Способен применять специализированные знания, полученные в области физических наук, при проведении научно-исследовательских разработок | ПК-1.1. Обладает знаниями об основных методах проведения научно-исследовательских разработок в области физических наук; о способах планирования и организации исследований;<br>ПК-1.2. Демонстрирует умения: проводить поиск, изучение и обобщение научного опыта в соответствующей области исследований; определять цели и задачи планируемых исследований и разработок; проводить исследование, составлять его описание, формулировать выводы по полученным результатам;<br>ПК-1.3. Имеет | <u>Знать:</u> Для достижения ПК-1.1: основные механизмы взаимодействия ионизирующего излучения с биологическими объектами, основные модели для описания этого взаимодействия, основные характеристики полей ионизирующего излучения, их физический смысл;<br><u>Уметь:</u> Для достижения ПК-1.2: строить математические модели взаимодействия ионизирующего излучения с биологическими тканями для конкретных задач лучевой терапии; рассчитывать характеристики поля излучения при различных типах облучения для разных источников; |



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)  
Физический факультет  
Кафедра общей и теоретической физики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Радиационная физика и биомедицинские эффекты» по направлению подготовки (специальности) 03.03.02 «Физика» направленности (профилю) Физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

|                      |        |                        |               |
|----------------------|--------|------------------------|---------------|
| Версия документа - 1 | стр. 4 | Первый экземпляр _____ | КОПИЯ № _____ |
|----------------------|--------|------------------------|---------------|

|  |  |  |   |
|--|--|--|---|
|  |  | практический опыт (навыки) в области физических наук: проведения научных исследований в соответствии с поставленной целью; составления отчетов по теме и по результатам проведенных научно-исследовательских разработок. | получать основные уравнения, описывающие процессы радиационных повреждений в облучаемых материалах; рассчитывать поглощенную дозу облучения; оценивать последствия облучения в зависимости от получаемой дозы и вида излучения;<br><u>Владеть:</u> Для достижения ПК-1.3: навыком расчета характеристик поля ионизирующего излучения в биологических объектах; навыками использования стандартных методов при решении прикладных задач физики |
|--|--|--|---|

### 3. СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

#### 3.1 Виды оценочных средств

| № п/п | Код компетенции/<br>планируемые результаты обучения  | Контролируемые<br>темы/ разделы   | Наименование<br>оценочного<br>средства для<br>текущего<br>контроля | Наименование<br>оценочного<br>средства на<br>промежуточно<br>й аттестации/№<br>задания |
|-------|--|---|--|--|
| 1     | ПК-1<br><u>Знать:</u> Для достижения ПК-1.1: основные механизмы взаимодействия ионизирующего излучения с биологическими объектами, основные модели для описания этого взаимодействия, основные характеристики полей ионизирующего излучения, их физический смысл;<br><u>Уметь:</u> Для достижения ПК-1.2: строить математические модели взаимодействия ионизирующего излучения с биологическими тканями для конкретных задач лучевой терапии; рассчитывать характеристики поля излучения при различных типах облучения для разных источников; получать основные уравнения, | Предмет и методы радиобиологии.<br>Эффекты воздействия ионизирующего излучения на организм.<br>Отдаленные последствия облучения | Задачи к практическим занятиям (тема 1-3)                          | Вопросы к зачету (№ 1-11)  |
|       |  | Эффекты воздействия ионизирующего излучения на клеточном уровне   | Задачи к практическим занятиям (тема 4-5)                          | Вопросы к зачету (№ 12-14)   |



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)  
Физический факультет  
Кафедра общей и теоретической физики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Радиационная физика и биомедицинские эффекты» по направлению подготовки (специальности) 03.03.02 «Физика» направленности (профилю) Физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 5

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

КОПИЯ № \_\_\_\_\_

|  |  |  |                         |                         |
|--|--|--|-------------------------|-------------------------|
|  | описывающие процессы радиационных повреждений в облучаемых материалах; рассчитывать поглощенную дозу облучения; оценивать последствия облучения в зависимости от получаемой дозы и вида излучения;<br><u>Владеть:</u> Для достижения ПК-1.3: навыком расчета характеристик поля ионизирующего излучения в биологических объектах; навыками использования стандартных методов при решении прикладных задач физики | <b>Физические основы лучевой терапии</b> | Вопросы к зачету (№ 15) | Вопросы к зачету (№ 15) |
|--|--|--|-------------------------|-------------------------|

## 3.2 Содержание оценочных средств

### Типовые задания к практическим занятиям

#### ТЕМА 1.

#### ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАДИОЛОГИИ.

##### 1. Под линейной передачей энергии понимают:

- А) ослабление излучения в слое вещества толщиной 1 см;
- Б) число пар ионов, возникающих на единице пути частицы или фотона в веществе;
- В) количество энергии, теряемой на единице длины пробега;
- Г) дозу испытываемого излучения, вызывающую такой же радиобиологический эффект как и доза стандартного излучения.

##### 2. Под относительной биологической эффективностью излучения (ОБЭ) или коэффициентом качества понимают:

- А) ослабление излучения в слое вещества толщиной 1 см;
- Б) число пар ионов, возникающих на единице пути частицы или фотона в веществе;
- В) количество энергии, теряемой на единице длины пробега;
- Г) дозу испытываемого излучения, вызывающую такой же радиобиологический эффект как и доза стандартного излучения.

##### 3. Под линейной плотностью ионизации (ЛПИ) или удельной ионизацией понимают:

- А) ослабление излучения в слое вещества толщиной 1 см;
- Б) число пар ионов, возникающих на единице пути частицы или фотона в веществе;
- В) количество энергии, теряемой на единице длины пробега;
- Г) дозу испытываемого излучения, вызывающую такой же радиобиологический эффект как и доза стандартного излучения.

##### 4. Под линейным коэффициентом ослабления понимают:

- А) ослабление излучения в слое вещества толщиной 1 см;
- Б) число пар ионов, возникающих на единице пути частицы или фотона в веществе;
- В) количество энергии, теряемой на единице длины пробега;
- Г) дозу испытываемого излучения, вызывающая такой же радиобиологический эффект как и доза стандартного излучения.

##### 5. С ростом линейной плотности ионизации относительная биологическая эффективность излучения (ОБЭ):

- А) уменьшается; Б) увеличивается; В) не изменяется.

##### 6. При взаимодействии с веществом электромагнитного излучения с энергией квантов до 100 КэВ



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Физический факультет  
Кафедра общей и теоретической физики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Радиационная физика и биомедицинские эффекты» по направлению подготовки (специальности) 03.03.02 «Физика» направленности (профилю) Физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 6

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

КОПИЯ № \_\_\_\_\_

**имеет место:**

- А) фотоэффект;
- Б) эффект Комптона;
- В) возникновение электронно-позитронных пар.

**7. При взаимодействии с веществом электромагнитного излучения с энергией квантов 100 КэВ – 1,02 МэВ имеет место:**

- А) фотоэффект; Б) эффект Комптона;
- В) возникновение электронно-позитронных пар.

**8. При взаимодействии с веществом электромагнитного излучения с энергией квантов более 1,02 МэВ имеет место:**

- А) фотоэффект; Б) эффект Комптона;
- В) возникновение электронно-позитронных пар.

**9. При взаимодействии с веществом гамма- и рентгеновских излучений с энергией квантов 0,2–2,2 МэВ, используемых в сельскохозяйственной радиобиологии, наиболее вероятны:**

- А) фотоэффект;
- Б) эффект Комптона;
- В) возникновение электронно-позитронных пар.

**10. Равномерная ионизация вещества происходит под действием:**

- А) альфа-излучения;
- Б) нейтронного и протонного излучения;
- В) рентгеновского излучения;
- Г) гамма-излучения.

**НАЙДИТЕ СООТВЕТСТВИЕ:**

**11.**

**Излучение**

- 1) альфа-излучение
- 2) бета-излучение
- 3) гамма- излучение
- 4) рентгеновское излучение

**Материал, обеспечивающий защиту**

- а) бетон
- б) свинец
- в) алюминий
- г) бумага

**12.**

**Энергия электромагнитного излучения**

- 1) до 100 КэВ
- 2) 100 КэВ – 1,02 МэВ
- 3) более 1,02 МэВ
- 4) несколько МэВ

**Вызываемый эффект**

- а) эффект Комптона
- б) фотоэффект
- в) ядерные реакции
- г) возникновение электронно-позитронных пар.

**13.**

**Излучение**

- 1) альфа- излучение
- 2) бета- излучение
- 3) гамма- и рентгеновское излучение

**Характеристика**

- а) имеет самую высокую проникающую способность
- б) имеет самую высокую плотность ионизации
- в) коэффициент качества равен
- г) имеет самый короткий пробег

**14.**

**Лучи**

- 1) альфа-лучи
- 2) бета-лучи

**Характеристика**

- а) имеют самый короткий пробег
- б) коэффициент качества равен 20



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)  
Физический факультет  
Кафедра общей и теоретической физики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Радиационная физика и биомедицинские эффекты» по направлению  
подготовки (специальности) 03.03.02 «Физика» направленности (профилю) Физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 7

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

КОПИЯ № \_\_\_\_\_

3) гамма- и рентгеновское лучи

в) имеют самую низкую плотность ионизации  
г) могут нести положительный и отрицательный заряд

15.

**Излучение**

- 1) альфа-излучение
- 2)  $\beta^+$ -излучение
- 3) гамма-излучение

**Характеристика**

- а) является электромагнитным
- б) является корпускулярным
- в) несет положительный заряд
- г) не имеет заряда

16.

**Излучение**

- 1) нейтронное
- 2) электромагнитное
- 3) тормозное
- 4)  $\beta^-$  – излучение

**Характеристика**

- а) может проникать внутрь ядер атомов
- б) является вторичным излучением
- в) не относится к корпускулярному излучению
- г) способно вызывать фотоэффект, эффект Комптона, образование электронно-позитронных пар, ядерные реакции
- д) относится к корпускулярному излучению

**РАСПОЛОЖИТЕ В ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ:**

17. Расположите следующие изотопы в порядке уменьшения их активности при одинаковых количествах:

- А)  $^{131}\text{I}$  (8,05 сут.)
- Б)  $^{32}\text{P}$  (14,3 сут.)
- В)  $^{40}\text{K}$  ( $1,3 \times 10^9$  лет)
- Г)  $^{239}\text{Pu}$  (24390 лет)
- Д)  $^{14}\text{C}$  (5500 лет)
- Е)  $^{137}\text{Cs}$  (30 лет)

18. Расположите следующие изотопы в порядке уменьшения продолжительности воздействия на объекты:

- А)  $^{131}\text{I}$  (8,05 сут.)
- Б)  $^{32}\text{P}$  (14,3 сут.)
- В)  $^{40}\text{K}$  ( $1,3 \times 10^9$  лет)
- Г)  $^{239}\text{Pu}$  (24390 лет)
- Д)  $^{14}\text{C}$  (5500 лет)
- Е)  $^{137}\text{Cs}$  (30 лет)

19. Расположите радиоизотопы в порядке увеличения продолжительности их жизни:

- А) стронций -90
- Б) цезий-139
- В) йод-131
- Г) калий-40

20. Расположите ионизирующие излучения в порядке уменьшения линейной передачи энергии:

- А)  $\gamma$ -излучение
- Б)  $\alpha$ -частицы
- В)  $\beta$ -частицы
- Г) рентгеновское излучение

21. Расположите ионизирующие излучения в порядке увеличения их относительной биологической эффективности:

- А)  $\gamma$ -излучение, рентгеновское излучение,  $\beta^-$  – частицы;
- Б)  $\alpha$ -излучение;
- В) нейтроны, протоны.

22. Расположите ионизирующие излучения в порядке возрастания вызываемой ими плотности ионизации вещества:

- А)  $\gamma$ -излучение;
- Б)  $\alpha$ -излучение;
- В)  $\beta$ -излучение.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Физический факультет  
Кафедра общей и теоретической физики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Радиационная физика и биомедицинские эффекты» по направлению подготовки (специальности) 03.03.02 «Физика» направленности (профилю) Физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 8

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

КОПИЯ № \_\_\_\_\_

**23. Расположите ионизирующие излучения в порядке повышения проникающей способности:**

- А)  $\gamma$ -излучение;
- Б)  $\alpha$ -излучение;
- В)  $\beta$ -излучение.

**ТЕМА 2.**

**ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ.  
ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ БИОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ.  
ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА РАДИОЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ.**

**1. Единицами измерения экспозиционной дозы являются:**

- А) Рад, Гр
- Б) Зв, бэр
- В) Кл/кг, Р
- Г) Кл/кг/с, Р/с

**2. Единицами измерения поглощенной дозы являются:**

- А) Рад, Гр
- Б) Зв, бэр
- В) Кл/кг, Р
- Г) Ки, Бк

**3. Единицами измерения эквивалентной дозы являются:**

- А) Рад, Гр
- Б) Зв, бэр
- В) Ки, Бк
- Г) Зв/с, бэр/с.

**4. Мощность экспозиционной дозы измеряется в следующих единицах:**

- А) Кл/кг, Р
- Б) Рад/с, Гр/с
- В) Зв/с, бэр/с
- Г) Кл/кг/с, Р/с

**5. Мощность эквивалентной дозы измеряется в следующих единицах:**

- А) Рад, Гр
- Б) Зв, бэр
- В) Рад/с, Гр/с
- Г) Зв/с, бэр/с

**6. Мощность поглощенной дозы измеряется в следующих единицах:**

- А) Рад, Гр
- Б) Ки, Бк
- В) Рад/с, Гр/с
- Г) Зв/с, бэр/с

**7. Активность радиоактивного вещества измеряется в следующих единицах:**

- А) Рад, Гр
- Б) Зв, бэр
- В) Кл/кг, Р
- Г) Ки, Бк

**8. Плотность радиоактивного загрязнения территории измеряется в следующих единицах:**

- А) Кл/кг/с, Р/с
- Б) пКи/кг, мкКи/кг, кБк/кг
- В) Ки/км<sup>2</sup>
- Г) Ки, Бк

**9. Степень загрязнения продуктов питания, воды, воздуха радиоактивными веществами измеряется в следующих единицах:**

- А) Зв/с, бэр/с
- Б) Кл/кг/с, Р/с
- В) пКи/кг, кБк/кг
- Г) пКи/м<sup>3</sup>, пКи/л, кБк/л

**10. Излучение в 100 Р характеризует дозу:**

- А) эквивалентную
- Б) поглощенную
- В) экспозиционную
- Г) мощность дозы.

**11. Излучение в 5 Гр характеризует дозу:**

- А) эквивалентную
- Б) поглощенную
- В) экспозиционную
- Г) мощность дозы

**12. Излучение в 35 бэр характеризует дозу:**

- А) эквивалентную
- Б) поглощенную
- В) экспозиционную
- Г) мощность дозы

**13. Радиационный гамма-фон составляет 12 мкР/ч. Речь идет о:**

- А) экспозиционной дозе
- Б) поглощенной дозе
- В) мощности экспозиционной дозы
- Г) мощности поглощенной дозы





МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)  
Физический факультет  
Кафедра общей и теоретической физики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Радиационная физика и биомедицинские эффекты» по направлению  
подготовки (специальности) 03.03.02 «Физика» направленности (профилю) Физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 10

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

КОПИЯ № \_\_\_\_\_

- А) отношение количества осевших на растения радиоактивных частиц к общему их количеству, выпавшему из атмосферы на данную почву;  
Б) изменение соотношения радионуклида и его химического аналога (цезиевых и стронциевых единиц) при миграции по биологическим цепям;  
В) отношение содержания радионуклида в единице растительной массы к содержанию его в единице массы почвы или единице объема раствора.

**28. Под коэффициентом перехода радионуклидов в системе почва-растение понимают:**

- А) изменение соотношения радионуклида и его химического аналога (цезиевых и стронциевых единиц) при миграции по биологическим цепям;  
Б) отношение концентрации радионуклидов в растении к концентрации их в почве;  
В) отношение концентрации радионуклидов в золе растений к концентрации их в почве;  
Г) активность единицы массы растений в расчете на единицу плотности загрязнения территории, (Бк/кг)/(Ки/км<sup>2</sup>)

**29. Период эффективного полувыведения – это:**

- А) время, в течение которого активность поверхностно загрязненных растений снижается в два раза под действием всех факторов, кроме радиоактивного распада радионуклидов;  
Б) время, в течение которого активность накопленного организмом животного или человека радиоактивного вещества снижается вдвое;  
В) время, в течение которого содержание радионуклида в животном организме уменьшится вдвое в результате процессов метаболизма;  
Г) время, в течение которого активность радионуклида снижается вдвое в результате процессов его распада.

**30. Период полевых полупотерь – это:**

- А) время, в течение которого активность поверхностно загрязненных растений снижается в два раза под действием всех факторов, кроме радиоактивного распада радионуклидов;  
Б) время, в течение которого активность накопленного организмом животного или человека радиоактивного вещества снижается вдвое;  
В) время, в течение которого содержание радионуклида в животном организме уменьшится вдвое в результате процессов метаболизма;  
Г) время, в течение которого активность радионуклида снижается вдвое в результате процессов его распада.

**31. Период биологического полувыведения – это:**

- А) время, в течение которого активность поверхностно загрязненных растений снижается в два раза под действием всех факторов, кроме радиоактивного распада радионуклидов;  
Б) время, в течение которого активность накопленного организмом животного или человека радиоактивного вещества снижается вдвое;  
В) время, в течение которого содержание радионуклида в животном организме или органе уменьшится вдвое в результате процессов метаболизма;  
Г) время, в течение которого активность радионуклида снижается вдвое в результате процессов его распада.

**32. Период полураспада радионуклида – это:**

- А) время, в течение которого активность поверхностно загрязненных растений снижается в два раза под действием всех факторов, кроме радиоактивного распада радионуклидов;  
Б) время, в течение которого активность накопленного организмом животного или человека радиоактивного вещества снижается вдвое;  
В) время, в течение которого содержание радионуклида в животном организме уменьшится вдвое в результате процессов метаболизма;  
Г) время, в течение которого активность радионуклида снижается вдвое в результате процессов его распада.

**33. На снижение размеров перехода  $^{90}\text{Sr}$  из почвы в растения оказывает влияние наличие в почве достаточного количества:**

- А) азота; Б) фосфора;  
В) калия; Г) кальция;

**34. На снижение размеров перехода  $^{137}\text{Cs}$  из почвы в растения**



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Физический факультет  
Кафедра общей и теоретической физики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Радиационная физика и биомедицинские эффекты» по направлению подготовки (специальности) 03.03.02 «Физика» направленности (профилю) Физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 11

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

КОПИЯ № \_\_\_\_\_

**оказывает влияние наличие в почве достаточного количества:**

- А) азота; Б) фосфора;  
В) калия; Г) кальция;

**35. Максимальная концентрация стронция-90 всегда отмечается у растений:**

- А) калиефилов; Б) кальциефилов;  
В) хлорофобов; Г) нет правильного ответа.

**36. Максимальная концентрация цезия - 137 всегда отмечается у растений:**

- А) калиефилов; Б) кальциефилов;  
В) хлорофобов; Г) нет правильного ответа.

**37. Коэффициент перехода радионуклидов в растения наибольший из почв:**

- А) дерново-подзолистых суглинистых;  
Б) дерново-подзолистых супесчаных и песчаных;  
В) торфяных;  
Г) черноземов.

**38. Максимальная концентрация стронция-90 в организме человека и животных отмечается:**

- А) в мышечной ткани; Б) в щитовидной железе;  
В) в костной ткани; Г) концентрация одинаковая во всех тканях.

**39. Максимальная концентрация цезия-137 в организме человека и животных отмечается:**

- А) в мышечной ткани; Б) в щитовидной железе;  
В) в костной ткани. Г) концентрация одинаковая во всех тканях.

**40. Максимальная концентрация йода-131 в организме человека и животных отмечается:**

- А) в мышечной ткани; Б) в щитовидной железе;  
В) в костной ткани. Г) концентрация одинаковая во всех тканях.

**41. При глобальных выпадениях загрязнение территории будет более продолжительным при наличии в осадках радионуклида:**

- А)  $^{90}\text{Sr}$ ; Б)  $^{137}\text{Cs}$ ; В)  $^{131}\text{I}$ ; Г)  $^{239}\text{Pu}$ .

**42. Наиболее опасным в первое время после радиационной аварии является радионуклид:**

- А)  $^{90}\text{Sr}$ ; Б)  $^{137}\text{Cs}$ ; В)  $^{131}\text{I}$ ; Г)  $^{239}\text{Pu}$ .

**43. При одинаковом биологическом эффекте доза хронического облучения по сравнению с дозой острого облучения:**

- А) ниже; Б) выше; В) такая же.

**44. При одинаковом биологическом эффекте доза острого облучения по сравнению с дозой хронического облучения:**

- А) ниже; Б) выше; В) такая же.

**45. Годовая эффективная эквивалентная доза радиации, получаемая человеком, формируется:**

- А) в большей степени в процессе внешнего облучения;  
Б) в большей степени в процессе внутреннего облучения;  
В) в равной степени от внешнего и внутреннего облучения.

**46. Чаще всего имеет место облучение:**

- А) внутреннее;  
Б) внешнее;  
В) сочетанное.

**47. Более длительным воздействием на организм обладает облучение:**

- А) внутреннее;  
Б) внешнее;  
В) внутреннее и внешнее – одинаково.

**ДОПОЛНИТЕ:**

48. Единицы измерения экспозиционной дозы: \_\_\_\_\_ и \_\_\_\_\_

49. Единицы измерения поглощенной дозы: \_\_\_\_\_ и \_\_\_\_\_

50. Единицы измерения эквивалентной дозы: \_\_\_\_\_ и \_\_\_\_\_



51. Единицами измерения мощности экспозиционной дозы являются:  
\_\_\_\_\_ и \_\_\_\_\_
52. Единицами измерения мощности эквивалентной дозы являются  
\_\_\_\_\_ и \_\_\_\_\_
53. Единицами измерения мощности поглощенной дозы являются  
\_\_\_\_\_ и \_\_\_\_\_
54. Активность радиоактивного вещества измеряется \_\_\_\_\_ и в \_\_\_\_\_
55. Единицей измерения плотности радиоактивного загрязнения территории является  
\_\_\_\_\_
56. Степень загрязнения радиоактивными веществами продуктов питания измеряется в \_\_\_\_\_, воды и воздуха - \_\_\_\_\_
57. Внешнее облучение отличается от внутреннего тем, что: \_\_\_\_\_
58. Инкорпорированные радионуклиды – это: \_\_\_\_\_
59. Локальные выпадения – это выпадения \_\_\_\_\_ частиц, которые оседают на расстоянии \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_, время выпадений составляет: \_\_\_\_\_
60. Глобальные выпадения – это выпадения из \_\_\_\_\_, загрязняется территория \_\_\_\_\_, выпадение осадков происходит в течение \_\_\_\_\_
61. В глобальных выпадениях находятся изотопы (по продолжительности жизни):  
\_\_\_\_\_
62. Локальные выпадения характеризуются наличием изотопов (по продолжительности жизни)  
\_\_\_\_\_.
63. Поглощенная доза измеряется в \_\_\_\_\_ и в \_\_\_\_\_; мощность экспозиционной дозы измеряется в \_\_\_\_\_ и в \_\_\_\_\_
64. Хроническое облучение – это: \_\_\_\_\_;  
острое облучение – это: \_\_\_\_\_
65. Наибольший вклад в дозу земной радиации вносят следующие естественные радионуклиды:  
\_\_\_\_\_
66. Зная поглощенную дозу данного вида ионизирующего излучения, эквивалентную дозу определяют путем: \_\_\_\_\_
67. Под коэффициентом первичного удерживания радионуклидов растениями понимают:  
\_\_\_\_\_
68. Под коэффициентом дискриминации понимают: \_\_\_\_\_
69. Коэффициент накопления показывает: \_\_\_\_\_
70. Период полувыведения радионуклидов из организма это: \_\_\_\_\_
71. Период биологического полувыведения радионуклидов это: \_\_\_\_\_
72. Под периодом полных потерь понимают: \_\_\_\_\_
73. Период полураспада радионуклида это: \_\_\_\_\_
74. Мокрые выпадения радионуклидов удерживаются растениями \_\_\_\_\_, чем сухие.
75. Сухие выпадения радионуклидов удерживаются растениями \_\_\_\_\_, чем мокрые.
76. Чем дальше по транспортной цепи находится орган, тем \_\_\_\_\_ он накапливает радионуклидов.
77. При одной и той же плотности загрязнения территории радионуклидами при некорневом поступлении растения накапливают их в значительно \_\_\_\_\_ количествах, чем при корневом поступлении.
78. При одной и той же плотности загрязнения территории радионуклидами растения при корневом поступлении накапливают их в значительно \_\_\_\_\_ количествах, чем при некорневом поступлении.
79. Альфа- и бета-излучение в \_\_\_\_\_ степени опасно при внутреннем облучении, чем при внешнем.
80. Альфа- и бета-излучение в \_\_\_\_\_ степени опасно при внешнем облучении, чем при внутреннем.
81. На снижение размеров перехода  $^{90}\text{Sr}$  из почвы в растения наибольшее влияние оказывает наличие в



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Физический факультет Кафедра общей и теоретической физики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Радиационная физика и биомедицинские эффекты» по направлению подготовки (специальности) 03.03.02 «Физика» направленности (профилю) Физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 13

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

КОПИЯ № \_\_\_\_\_

- почве достаточного количества \_\_\_\_\_
82. На снижение размеров перехода  $^{137}\text{Cs}$  из почвы в растения наибольшее влияние оказывает наличие в почве достаточного количества \_\_\_\_\_
83. При корневом поступлении радионуклидов меньше загрязняется следующая продукция растениеводства \_\_\_\_\_
84. Меньше всего аэральным путем загрязняется зерно \_\_\_\_\_
85. В организме животных и человека  $^{137}\text{Cs}$  накапливается в \_\_\_\_\_.
86. В организме животных и человека  $^{90}\text{Sr}$  концентрируется главным образом в \_\_\_\_\_ ткани.
87. В организме животных и человека  $^{131}\text{I}$  депонируется преимущественно в \_\_\_\_\_.
88. Приборы для измерения активности радионуклидов называются \_\_\_\_\_
89. Приборы для измерения дозы и мощности ионизирующих излучений называются \_\_\_\_\_
90. Под внешним облучением понимают \_\_\_\_\_
91. Под внутренним облучением понимают \_\_\_\_\_
92. В процессе внутреннего облучения человек получает около \_\_\_\_\_ % годовой эффективной эквивалентной дозы радиации.
93. Наиболее чувствительными к радиационному поражению являются следующие органы животных (критические органы): \_\_\_\_\_
94. Наиболее чувствительными к радиационному поражению являются следующие ткани растений (критические органы): \_\_\_\_\_
95. Наибольший вклад в поглощенную эффективную дозу у животных и человека вносит \_\_\_\_\_ излучение.
96. Основной вклад в поглощенную дозу у растений вносит \_\_\_\_\_ излучение.

### **НАЙДИТЕ СООТВЕТСТВИЕ:**

**97.**

#### **Местонахождение частиц и характер осадков**

- 1) крупные радиоактивные частицы в атмосфере
- 2) тропосферные осадки
- 3) стратосферные осадки

#### **Загрязнения**

- а) локальные
- б) глобальные

**98.**

#### **Путь поступления радионуклидов; Характер поглощения растениями**

- 1) аэральный
  - 2) корневой
- а) избирательное
  - б) не избирательное

**99.**

#### **Доза**

- 1) экспозиционная
- 2) поглощенная
- 3) эквивалентная

#### **Единицы измерения**

- а) Рад, Гр
- б) Зв, бэр
- в) Кл/кг, Р
- г) Гр/с, Рад/с

**100.**

#### **Мощность дозы**

- 1) мощность экспозиционной дозы
- 2) мощность поглощенной дозы
- 3) мощность эквивалентной дозы

#### **Единицы измерения**

- а) Зв/с, бэр/с
- б) Рад/с, Гр/с
- в) Кл/кг/с, Р/с
- г) Кл/кг, Р

**101.**

#### **Радионуклид**

- 1)  $^{137}\text{Cs}$
- 2)  $^{90}\text{Sr}$
- 3)  $^{131}\text{I}$

#### **Локализация в курином яйце**

- а) скорлупа
- б) желток
- в) белок
- г) равномерно по всему яйцу



## 102.

### Показатель

- 1) коэффициент накопления
- 2) коэффициент дискриминации
- 3) коэффициент перехода
- 4) коэффициент качества

### Содержание

- а) отношение стронциевых (цезиевых) единиц в системе акцептор- донор
- б) отношение содержания радионуклидов в организме к содержанию их в окружающей среде
- в) отношение активности радионуклида в растении к плотности загрязнения им почвы
- г) отношение дозы стандартного излучения к дозе испытуемого, вызывающей такой же радиобиологический эффект

## ТЕМА 3.

### РАДИОЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ ОРГАНИЗМОВ. БИОЛОГИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ

#### 1. Укажите наиболее радиочувствительные растения (несколько ответов):

- А) пшеница; Б) сосна;  
В) редис; Г) лилия.

#### 2. Укажите наиболее радиочувствительные организмы:

- А) растения; Б) насекомые, микроорганизмы;  
В) пресмыкающиеся; Г) млекопитающие.

#### 3. Укажите наиболее радиочувствительный процесс в клетке:

- А) синтез РНК; Б) синтез ДНК;  
В) синтез ферментов; Г) фотосинтез;

#### 4. Укажите наиболее радиоустойчивые процессы, протекающие в растениях:

- А) корневое питание; Б) интенсивность дыхания;  
В) фотосинтез; Г) синтез ДНК.

#### 5. Наиболее опасным для фитоценозов является облучение:

- А) острое; Б) хроническое;  
В) фракционированное; Г) одноразовое.

#### 6. Дозы, вызывающие повреждения, ниже при облучении:

- А) острым; Б) хроническом;  
В) фракционированном; Г) одноразовом.

#### 7. Период вертикальной миграции осевших радионуклидов короче:

- А) в сосновом лесу; Б) в березовом лесу; В) в смешанном лесу.

#### 8. При внешнем облучении для растений опаснее:

- А)  $\alpha$ -излучение;  
Б)  $\beta$ -излучение;  
В)  $\gamma$ -излучение.

#### 9. Наиболее радиоустойчивыми являются:

- А) растения; Б) насекомые, микроорганизмы;  
В) птицы; Г) млекопитающие.

#### 10. Дозы, вызывающие повреждения, выше при облучении (несколько ответов):

- А) острым; Б) хроническом;  
В) фракционированном; Г) одноразовом.

#### 11. Увеличение продолжительности митоза (мейоза) в период облучения сублетальными дозами:

- А) ослабляет радиационное поражение;  
Б) усиливает радиационное поражение;  
В) не влияет на степень радиационного поражения.

#### 12. Период вертикальной миграции радионуклидов протекает дольше:

- А) в смешанном лесу;  
Б) в березовом лесу;  
В) в сосновом лесу.

#### 13. Укажите наименее радиоустойчивую часть лесных фитоценозов:

- А) сосна, ель; Б) береза, ясень;



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)  
Физический факультет  
Кафедра общей и теоретической физики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Радиационная физика и биомедицинские эффекты» по направлению  
подготовки (специальности) 03.03.02 «Физика» направленности (профилю) Физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 15

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

КОПИЯ № \_\_\_\_\_

В) дуб; Г) осина.

**14. Очищение надземной массы деревьев по сравнению с травянистой растительностью проходит:**

А) быстрее; Б) медленнее; В) с одинаковой скоростью.

**15. Укажите древесную породу, которая накапливает больше радионуклидов при корневом поступлении:**

А) сосна;

Б) лиственница;

В) ель.

**16. Вид с большим числом хромосом:**

А) более устойчив к радиации;

Б) менее устойчив к радиации;

В) зависимость отсутствует.

**17. Полиплоидные виды организмов по сравнению с диплоидными к радиации:**

А) более устойчивы; Б) менее устойчивы;

В) одинаково устойчивы; Г) одинаково неустойчивы.

**18. Диплоидные виды организмов по сравнению с полиплоидными к радиации:**

А) более устойчивы; Б) менее устойчивы;

В) одинаково устойчивы; Г) одинаково неустойчивы.

**19. Наибольшее количество  $^{90}\text{Sr}$  способны накапливать следующие культуры:**

А) бобовые; Б) зерновые; В) овощные.

**20. Наибольшее количество  $^{137}\text{Cs}$  способны накапливать следующие культуры:**

А) горох, фасоль;

Б) рожь, пшеница;

В) перец, картофель, капуста, лен.

**ДОПОЛНИТЕ:**

21. Биологические эффекты ионизирующих излучений делят на \_\_\_\_\_ и \_\_\_\_\_

22. Радиационная стимуляция, морфологические изменения, лучевая болезнь, ускорение старения, гибель относятся к \_\_\_\_\_ эффектам ионизирующих излучений.

23. Аберрации хромосом, генные и геномные мутации относят к \_\_\_\_\_ эффектам ионизирующих излучений.

24. Соматические эффекты ионизирующих излучений проявляются в виде \_\_\_\_\_

25. Генетические эффекты ионизирующих излучений проявляются в виде \_\_\_\_\_

26. Наиболее радиочувствительными организмами являются \_\_\_\_\_

27. Наиболее радиостойчивыми организмами являются \_\_\_\_\_

28. Наиболее радиочувствительными растениями являются \_\_\_\_\_

29. Наименее радиочувствительной частью лесных фитоценозов является \_\_\_\_\_

30. Наиболее радиочувствительным процессом в клетке является \_\_\_\_\_

31. Чем меньше объем ядра, тем, как правило, \_\_\_\_\_ радиостойчивость.

32. Чем больше объем ядра, тем, как правило, \_\_\_\_\_ радиостойчивость

33. Чем меньше объем ядра в расчете на одну хромосому, тем \_\_\_\_\_ радиочувствительность.

34. Чем больше объем ядра в расчете на одну хромосому, тем \_\_\_\_\_ радиостойчивость.

35. Чувствительность клеток к излучению \_\_\_\_\_ пропорциональна их способности делиться и \_\_\_\_\_ пропорциональна степени их дифференциации.

36. При хроническом облучении, чем выше скорость роста, тем \_\_\_\_\_ угнетаются растения.

37. Наиболее чувствительными к радиации злаковые растения являются в фазы: \_\_\_\_\_

38. Наиболее чувствительными к радиации зернобобовые растения являются в фазу \_\_\_\_\_



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)  
Физический факультет  
Кафедра общей и теоретической физики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Радиационная физика и биомедицинские эффекты» по направлению  
подготовки (специальности) 03.03.02 «Физика» направленности (профилю) Физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 16

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

КОПИЯ № \_\_\_\_\_

39. Наиболее чувствительными к радиации растения картофеля, свеклы, моркови являются в фазу \_\_\_\_\_

40. Наиболее устойчивые к радиации периоды развития зерновых: \_\_\_\_\_

### НАЙДИТЕ СООТВЕТСТВИЕ

41.

#### Декорпация радионуклидов

- 1) более интенсивная
- 2) менее интенсивная

#### Условия

- а) у телят
- б) у кур
- в)  $^{90}\text{Sr}$
- г)  $^{137}\text{Cs}$

42.

#### Культура

- 1) зерновые
- 2) свекла, капуста, морковь
- 3) зернобобовые

#### Наиболее устойчивый к радиации период развития

- а) цветение и молочная спелость зерна
- б) кущение и выход в трубку
- в) физиологический покой семян
- г) бутонизация
- д) появление всходов

43.

#### Культура

- 1) зерновые
- 2) свекла, капуста, морковь
- 3) зернобобовые

#### Наиболее чувствительный к радиации период развития

- а) цветение и молочная спелость зерна
- б) кущение и выход в трубку
- в) физиологический покой семян
- г) бутонизация
- д) появление всходов

### ТЕМА 4.

### ОСНОВЫ ЯДЕРНОЙ И АТОМНОЙ ФИЗИКИ

1. Период полураспада изотопа актиния  $^{227}\text{Ac}$  равен 10 суток. Определить количество суток, за которые количество не распавшихся ядер составит 25% от начального количества.
2. Вычислите, через какое время останется 1/8 часть изотопа  $^{131}\text{I}$  от исходной массы ( $T_{1/2}=8$  сут).
3. Какая доля начального количества радиоактивного вещества останется по прошествии 2, 4, 5, 10 периодов полураспада?
4. Сколько процентов начального количества радиоизотопа распадется за 5 периодов полураспада?
5. За 5 минут в препарате происходит распад 6000 ядер. Вычислить активность препарата в Ки.
6. Радиоактивный изотоп  $^{131}\text{I}$  имеет период полураспада 8 суток. Если взять 100 мг этого изотопа, то, сколько его останется через 16 дней?
7. Какое количество (в %) от первоначального  $^{32}\text{P}$  распадется за 43 дня? Период полураспада  $^{32}\text{P}$  равен 14,3 сут.
8. Активность препарата  $^{32}\text{P}$  равна 5 мКи. Какой она будет через неделю? Период полураспада  $^{32}\text{P}$  равен 14,3 сут.
9. Какая доля начального количества ядер  $^{137}\text{Cs}$  распадется за 1 с и за 1 год? ( $T_{1/2}=30$  лет).
10. Какая масса  $^{131}\text{I}$  ( $T_{1/2}=8,05$  сут.) останется не распавшейся через 30 дней, если первоначальная масса изотопа составила 100 мг?
11. Через какое время препарат радия-226 распадется на 99% ( $T_{1/2}=1617$  лет)?
12. Известно, что 1 г радия-226 ( $T_{1/2}=1617$  лет) претерпевает в секунду  $3,7 \cdot 10^{10}$  распадов. На основании этих данных вычислить постоянную Авогадро.
13. Активность 1 г  $^{137}\text{Cs}$  ( $T_{1/2}=30$  лет) равна  $3,2 \cdot 10^{13}$  Бк. Определить постоянную Авогадро.
14. Определить массу радона-222 ( $T_{1/2}=3,83$  сут.), активность которого равна активности 0,1 г радия-226 ( $T_{1/2}=1617$  лет)?
15. В 1 г  $^{238}\text{U}$  происходит  $1,2 \cdot 10^4$  расп./с. Определить период полураспада урана.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)  
Физический факультет  
Кафедра общей и теоретической физики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Радиационная физика и биомедицинские эффекты» по направлению  
подготовки (специальности) 03.03.02 «Физика» направленности (профилю) Физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 17

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

КОПИЯ № \_\_\_\_\_

16. Определить удельную активность (в Бк/г)  $^{226}\text{Ra}$  ( $T_{1/2}=1617$  лет).
17. Определить удельную активность (Бк/г) образца железа массой 1 мг, в котором содержится 1 мкг  $^{59}\text{Fe}$  ( $T_{1/2}=47,1$  сут.).
18. Какова удельная активность природного самария (Бк/г), если содержание радиоактивного изотопа самария-147 составляет 15,07% и его период полураспада равен  $1,3 \cdot 10^{11}$  лет.
19. Сколько содержится серы-35 ( $T_{1/2}=87,1$  сут.) в 1 мг природной серы, если удельная активность образца составляет  $1,58 \cdot 10^6$  Бк/мг?
20. Сколько содержится  $^{59}\text{Fe}$  ( $T_{1/2}=47,1$  сут.) в 10 мг железа, если удельная активность образца составляет  $1,73 \cdot 10^6$  Бк/мг?
21. Рассчитайте число распавшихся за 1 мин. атомов  $^{238}\text{U}$  ( $T_{1/2}=4,5 \cdot 10^9$  лет) в препарате, содержащем 1 мг урана. Сколько атомов урана распадется в этом препарате за 1 год?
22. Сколько атомов указанных радионуклидов распадется за одну секунду в одном грамме препарата при известном периоде полураспада?  
 $^{22}\text{Na}$  (2,6 года);  $^{220}\text{Rn}$  (51,5 с);  
 $^{38}\text{S}$  (2,9 ч);  $^{218}\text{At}$  (2 мин);  
 $^{216}\text{Po}$  (0,16 с);  $^{234}\text{Pa}$  (1,18 мин.)
23. В естественной смеси изотопов калия содержится 0,012% радиоактивного изотопа  $^{40}\text{K}$ . Период полураспада  $^{40}\text{K}$  –  $1,31 \cdot 10^9$  лет. Определить активность 1 тонны минеральных удобрений (в Бк), содержащих следующее количество  $\text{K}_2\text{O}$  (%):  
1) хлористый калий – 60,  
2) калийная соль – 40,  
3) нитрофоска – 11.
24. Рассчитать поверхностную активность (Бк/м<sup>2</sup>), создаваемую дополнительно известняковой мукой в момент внесения, если известно, что в удобрении содержится 36 % естественной смеси кальция, в которой находится 0,19 % радиоактивного  $^{48}\text{Ca}$ . Доза известняковой муки 5 т/га.  
Период полураспада  $^{48}\text{Ca}$  –  $2 \cdot 10^{16}$  лет.
25. Определить удельную активность исследуемого материала (Бк/кг), обусловленную  $^{40}\text{K}$ , если содержание общего калия в материале 1%, а активность 1 г природного калия составляет 1900 расп./мин.
26. Внесено 300 мкг меченого  $^{32}\text{P}$  удобрения в среду выращивания тепличной культуры фасоли. Сухая масса растений фасоли через 30 суток после внесения удобрения составила 55,4 г, а активность  $^{32}\text{P}$  в 0,2 г растительной массы в это время была 200 Бк. Какое количество радиоактивного фосфора было поглощено растениями (в % от внесенного)?
27. В земной коре содержится  $12,4 \cdot 10^{19}$  тонн радиоактивного калия, активность которого составляет  $3,1 \cdot 10^{31}$  Бк. Вычислить активность 1 г этого радионуклида.
28. Сколько  $\beta$ -активного  $^{89}\text{Sr}$  необходимо добавить к 1,0 г неактивного, чтобы активность препарата оказалась равной  $5,07 \cdot 10^{13}$  Бк ( $T_{1/2} = 54$  сут.).
29. Чему равна активность препарата  $^{226}\text{Ra}$  массой 1 г? Сколько периодов полураспада должно пройти, чтобы активность его уменьшилась в 16 раз? Период полураспада  $^{226}\text{Ra}$  равен 1620 лет.
30. В результате распада 1 г  $^{238}\text{U}$  выделяется примерно  $1,15 \cdot 10^4$   $\alpha$ -частиц в секунду. Найдите постоянную распада.
31. Сколько бета-частиц испускает за сутки  $10^{-6}$  кг радиоактивного фосфора  $^{32}\text{P}$ , имеющего период полураспада 14,3 сут.?
32. Какой активностью будет обладать препарат, содержащий 1 мкг радиоактивного изотопа  $^{32}\text{P}$  через сутки ( $T_{1/2}=14,3$  сут.)?
33. Вычислить удельную активность плутония  $^{238}\text{Pu}$  (в Бк/г). Период полураспада  $^{238}\text{Pu}$  равен 89,6 лет.
34. Определить активность радионуклида, масса которого равна 1 грамму, если известно его массовое число и период полураспада:  
1)  $^{40}\text{K}$  ( $1,31 \cdot 10^9$  лет) 6)  $^{131}\text{I}$  (8,02 сут)  
2)  $^{144}\text{Ce}$  ( $1,5 \cdot 10^{15}$  лет) 7)  $^{138}\text{Cs}$  (32,2 мин)  
3)  $^{147}\text{Sm}$  ( $1,3 \cdot 10^{11}$  лет) 8)  $^{143}\text{Ce}$  (33 ч)  
4)  $^{87}\text{Rb}$  ( $1,5 \cdot 10^{10}$  лет) 9)  $^{137}\text{Cs}$  (30 лет)  
5)  $^{209}\text{Bi}$  ( $3 \cdot 10^{17}$  лет) 10)  $^{32}\text{P}$  (14,3 сут)
35. Определить массу радионуклида без носителя, активность которого равна 1 Бк, если известно его массовое число и период полураспада:



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)  
Физический факультет  
Кафедра общей и теоретической физики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Радиационная физика и биомедицинские эффекты» по направлению  
подготовки (специальности) 03.03.02 «Физика» направленности (профилю) Физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

|                      |         |                        |               |
|----------------------|---------|------------------------|---------------|
| Версия документа - 1 | стр. 18 | Первый экземпляр _____ | КОПИЯ № _____ |
|----------------------|---------|------------------------|---------------|

- 1)  $^{40}\text{K}$  ( $1,31 \cdot 10^9$  лет) 6)  $^{131}\text{I}$  (8,02 сут)
- 2)  $^{144}\text{Ce}$  ( $1,5 \cdot 10^{15}$  лет) 7)  $^{138}\text{Cs}$  (32,2 мин)
- 3)  $^{147}\text{Sm}$  ( $1,3 \cdot 10^{11}$  лет) 8)  $^{143}\text{Ce}$  (33 ч)
- 4)  $^{87}\text{Rb}$  ( $1,5 \cdot 10^{10}$  лет) 9)  $^{137}\text{Cs}$  (30 лет)
- 5)  $^{209}\text{Bi}$  ( $3 \cdot 10^{17}$  лет) 10)  $^{32}\text{P}$  (14,3 сут)
36. Сколько и каких превращений наблюдается при распаде:  
а)  $^{238}\text{U}$  до  $^{234}\text{U}$ ; б)  $^{235}\text{U}$  до  $^{219}\text{Rn}$ ;  
в)  $^{232}\text{Th}$  до  $^{208}\text{Pb}$  ?
37. Как изменится заряд и массовое число ядра при протекании следующих реакций: (n,  $\gamma$ ); (n,  $\alpha$ ); (p,  $\alpha$ ); (n, 2n); (n, pn); ( $\alpha$ , p); ( $\alpha$ , n); ( $\gamma$ , p); ( $\gamma$ , n) (в скобках – первая частица – бомбардир, вторая – продукт реакции). Указать, какие ядерные реакции эквивалентны друг другу по образующимся продуктам реакции.
38. Указать, какие ядерные реакции эквивалентны друг другу по образующимся продуктам реакции: (n,  $\gamma$ ); (n, p); (n,  $\alpha$ ); (n, 2n); ( $\gamma$ , n); (p,  $\gamma$ ); (p, n); (p,  $\alpha$ ); ( $\alpha$ , p). В скобках указаны: первая частица – бомбардир, вторая – продукт реакции.
39. При делении ядра урана-235 на два осколка наряду с двумя нейтронами образовалось радиоактивное ядро ксенона-140. Изотопом какого элемента является второй осколок?
40. При делении урана-238 на два осколка образуется радиоактивный цезий-142 и 2 нейтрона. Изотопом какого элемента является второй осколок?
41. В результате какой ядерной реакции из  $^{14}\text{N}$  образуется  $^{17}\text{O}$ ?
42. Рассчитайте массы  $^{60}\text{Co}$  ( $T_{1/2}=5,27$  года) и  $^{137}\text{Cs}$  ( $T_{1/2}=30$  лет), необходимые для получения активности в 4 МКи.
43. Нормальная концентрация радиоактивных веществ в воздухе составляет  $3,7$  Бк/м<sup>3</sup>. Сколько радиоактивного  $^{89}\text{Sr}$  можно держать в помещении объемом  $10^3$  м<sup>3</sup>, чтобы концентрация радиоактивных продуктов не превышала предельно допустимой для живой ткани величины  $37$  Бк/м<sup>3</sup>. Период полураспада  $^{89}\text{Sr}$  равен 53 сут.
44. Рассчитать время, за которое облучение человека достигает предельной допустимой дозы для аварийной ситуации (10 бэр) при нахождении его на открытой местности, в кирпичном доме (степень ослабления радиации 10), в деревянном доме (степень ослабления радиации 2), если прошло радиоактивное заражение местности с интенсивностью  $10$  Зв/ч.
45. При облучении биологической ткани потоком альфа-частиц с кинетической энергией  $4,4$  МэВ каждый грамм ткани получил дозу, равную  $0,5$  Зв. Полагая, что для альфа-частиц коэффициент качества (коэффициент ОБЭ) равен 20, найти число частиц, поглощенных тканью массой  $1$  кг.
46. В результате аварийного выброса  $^{137}\text{Cs}$  молоко оказалось загрязненным до  $370$  Бк/л. Рассчитать месячную дозу на организм человека (МкЗв), если объем потребляемого молока равен  $0,5$  л/сут. ( $15$  л/мес.) и указанная объемная активность сохраняется в течение года. Дозовый коэффициент для  $^{137}\text{Cs}$  –  $0,013$  мкЗв/Бк.
47. Определить допустимое число 8-часовых смен нахождения человека в поле при общем дозовом пределе  $1000$  мкЗв/год, дозой постоянной  $0,07$  (мкЗв/ч)/(Ки/км<sup>2</sup>), плотности радиоактивного загрязнения территории  $^{137}\text{Cs}$   $6$  Ки/км<sup>2</sup> и дозе годового внутреннего облучения  $700$  мкЗв.
49. Определите годовую дозу внешнего облучения человека при плотности загрязнения почвы  $^{137}\text{Cs}$  –  $9$  Ки/км<sup>2</sup> и  $^{90}\text{Sr}$  –  $1,5$  Ки/км<sup>2</sup> и дозовым коэффициентом  $100$  (мкЗв/год)/(Ки/км<sup>2</sup>).
58. На рабочем месте имеем радионуклид  $^{131}\text{I}$  ( $K_{\gamma} = 2,3$  Р/ч) активностью  $37$  МКи. Какую дозу получит экспериментатор за 2 часа работы, если он находится на расстоянии  $0,5$  м от объекта? Предельно допустимая доза (ПД) составляет  $17$  мР/сут.
59. Рассчитать, какую активность радионуклида  $^{131}\text{I}$  ( $K_{\gamma}=2,3$  Р/ч) можно иметь на рабочем месте на расстоянии  $0,5$  м, чтобы за 2 ч работы не получить дозу облучения выше ПД ( $0,017$  Р/сут).
60. Определить безопасное расстояние для работы в течение 2 ч с источником  $^{131}\text{I}$  активностью  $37$  МКи.
61. Мощность экспозиционной дозы источника гамма-излучения составляет  $100$  Р/ч. Рассчитать экспозиционную дозу на расстоянии  $100$  см в течение 1 ч.
62. Рассчитать экспозиционную дозу, создаваемую препаратом  $^{22}\text{Na}$  активностью  $2$  МКи на расстоянии  $100$  см за 1 час ( $K_{\gamma} = 19,06$  Р/ч).
63. Рассчитать эквивалентную дозу, если поглощенная доза гамма-излучения равна  $12$  рад,  $50$  рад,  $120$  рад.
64. Определить эквивалентную дозу при одновременном облучении гамма и нейтронным облучением, если поглощенная доза гамма-излучения равна  $0,5$  рад, доза тепловых нейтронов –  $0,2$  рад и доза быстрых



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)  
Физический факультет  
Кафедра общей и теоретической физики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Радиационная физика и биомедицинские эффекты» по направлению  
подготовки (специальности) 03.03.02 «Физика» направленности (профилю) Физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 19

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

КОПИЯ № \_\_\_\_\_

нейтронов – 0,1 рад.

65. Вычислить эквивалентную дозу от смешанного источника излучения, если поглощенные дозы составили: от  $\beta$ -излучения – 0,5 Гр,  $\alpha$ -излучения – 2 Гр,  $\gamma$ -излучения 4 Гр, медленных нейтронов – 5 Гр. Ответ выразить в системных и несистемных единицах.

### ТЕМА 5.

#### ОТДАЛЕННЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ОБЛУЧЕНИЯ.

1. Оценить действие ионизирующего излучения на тело человека массой  $m$ . Энергия ионизирующего излучения равна количеству теплоты, необходимой для нагрева воды массой  $M$  от температуры  $T_0$  до температуры  $T$  (удельную теплоемкость воды принять равной 4000 Дж/кг  $^{\circ}$ C):

- вычислить поглощенную дозу,
- возможна ли при таких дозах гибель организма,
- указать критические органы и ткани,
- эффект, вызванный облучением, в кроветворной системе, желудочно-кишечном тракте, центральной нервной системе,
- эффект, вызванный облучением, в коже, сердечно-сосудистой системе, органах зрения, костной ткани, мышцах

Данные:  $m=50$  кг,  $M=1$  г,  $\Delta T = 20$   $^{\circ}$ C.

2. Оценить действие ионизирующего излучения на тело человека массой  $m$ . Энергия ионизирующего излучения равна потенциальной энергии тела массой  $M$ , поднятого на высоту  $h$  (ускорение свободного падения принять равным 10 м/с $^2$ ):

- вычислить поглощенную дозу,
- возможна ли при таких дозах гибель организма,
- указать критические органы и ткани,
- эффект, вызванный облучением, в кроветворной системе, желудочно-кишечном тракте, центральной нервной системе,
- эффект, вызванный облучением, в коже, сердечно-сосудистой системе, органах зрения, костной ткани, мышцах

Данные:  $m=70$  кг,  $M=2$  кг,  $h = 100$  м.

#### Вопросы к зачету

1. Причинно-следственная иерархия развития радиобиологического эффекта.
2. Гибель организмов. Радиочувствительность.
3. Модифицирующие факторы радиационной гибели организмов.
4. Лучевая болезнь. Экспериментальные клинические данные.
5. Костно-мозговой синдром.
6. Желудочно-кишечный синдром.
7. Церебральный синдром.
8. Радиационное поражение репродуктивной системы.
9. Радиационное поражение плода.
10. Радиационное сокращение жизни.
11. Закон Бергонье и Трибондо.
12. Формы радиационной гибели клеток.
13. Кривые выживаемости клеток.
14. Модифицирующие факторы радиационной гибели клеток.
15. Лучевая терапия.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)  
Физический факультет  
Кафедра общей и теоретической физики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Радиационная физика и биомедицинские эффекты» по направлению подготовки (специальности) 03.03.02 «Физика» направленности (профилю) Физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 20

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

КОПИЯ № \_\_\_\_\_

## 4. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 4.1. Порядок проведения промежуточной аттестации

Задания к практическим занятиям студенты выполняют в течение семестра на практических занятиях и в форме самостоятельной работы. Задачи сгруппированы по темам практических занятий. В течение семестра студент должен сдать отчет по каждой теме. Отчет по теме считается сданным вовремя, если он сдан в течение двух недель после изучения темы на практическом занятии. Отчет подразумевает решение поставленных задач и умение объяснить алгоритм их решения.

В п.4.2 приведена балльно-рейтинговая оценка всех мероприятий, проводимых в течение семестра. Для получения зачета необходимо набрать более 60 баллов. Если в течение семестра студент зарабатывает требуемое количество баллов, зачет он получает «автоматом». В противном случае, недостающее количество баллов студент зарабатывает на зачете. Критерии оценивания зачетных мероприятий приведены в п. 4.2.

### 4.2. Результаты промежуточной аттестации и уровни сформированности компетенций

#### Начисляемые баллы за выполнение плановых заданий

| № п/п | Перечень контрольных мероприятий | Максимальный рейтинговый балл |
|-------|----------------------------------|-------------------------------|
| 1     | 2                                | 3                             |
| 1.    | Посещение лекционных занятий     | 11                            |
| 2.    | Посещение практических занятий   | 11                            |
| 3.    | Отчет по практическим занятиям   | 50                            |
| 4.    | Билет (зачет)                    | 50                            |

Критерии оценивания отчета по практическим занятиям:

| Оценка                                   | Зачтено                                     | Зачтено                                      | Зачтено                                       | Не зачтено           |
|--|---|--|---|----------------------|
| Характеристики ответа                    | Выполнено > 80% заданий, отчет сдан вовремя | Выполнено 50-80% заданий, отчет сдан вовремя | Выполнено <50% заданий, отчет сдан не вовремя | Задания не выполнены |
| Баллы                                    | 9-10  | 6-8  | 1-6   | 0                    |
| Уровень освоения проверяемых компетенций | высокий                                     | средний                                      | базовый                                       | недостаточный        |

Таким образом, за работу в семестре студент может получить максимум 72 балла.

Зачет проходит в письменно-устной форме и представляет собой ответ на 2 вопроса билета. Максимальный балл за ответы по билету – 50 баллов.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)  
Физический факультет  
Кафедра общей и теоретической физики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Радиационная физика и биомедицинские эффекты» по направлению  
подготовки (специальности) 03.03.02 «Физика» направленности (профилю) Физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

|                      |         |                        |               |
|----------------------|---------|------------------------|---------------|
| Версия документа - 1 | стр. 21 | Первый экземпляр _____ | КОПИЯ № _____ |
|----------------------|---------|------------------------|---------------|

Критерии оценивания теоретических вопросов:

| Характеристики ответа   | Баллы | Уровень освоения проверяемых компетенций |
|---|-------|--|
| Ответил на оба вопроса билета, воспроизведя соответствующие математические выкладки и логические рассуждения. Возможны несущественные ошибки.                   | 30-50 | высокий                                  |
| Студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, но при этом допускаются негрубые ошибки при выводе формул.                                  | 19-29 | средний                                  |
| Знает «теоретический минимум», т.е. отвечает на вопрос базового уровня и знает основные понятия, соотношения (без вывода), название и физический смысл величин. | 10-19 | базовый                                  |
| Не может ответить на вопрос базового уровня   | 0-9   | недостаточный                            |

При подведении итогов учитываются результаты текущей аттестации. Полученные за текущую аттестацию баллы суммируются с баллами, полученными за каждый этап при прохождении промежуточной аттестации:

Критерии оценивания:

- 0-60 баллов - незачтено;
- 61-100 баллов - зачтено.

Особенности проведения процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья обозначены в рабочей программе дисциплины (модуля).

Уровни сформированности компетенций определяется следующим образом:

1. Высокий уровень сформированности компетенций соответствует оценке зачтено: предполагает формирование компетенций на высоком уровне: студент свободно владеет основной терминологией и понятийным аппаратом радиобиологии, что позволяет формулировать выводы и участвовать в дискуссии по учебным вопросам данной дисциплины; полностью сформировано умение применять полученную теоретическую базу для решения конкретных практических задач и уверенно владеть навыком их решения;
2. Средний уровень соответствует оценке зачтено: предполагает формирование компетенций на среднем уровне: студент хорошо владеет основной терминологией и понятийным аппаратом радиобиологии; сформировано умение применять полученную теоретическую базу для решения конкретных практических задач и владеть навыками решения базовых задач;
3. Базовый уровень соответствует оценке зачтено:



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)  
Физический факультет  
Кафедра общей и теоретической физики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Радиационная физика и биомедицинские эффекты» по направлению  
подготовки (специальности) 03.03.02 «Физика» направленности (профилю) Физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 22

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

КОПИЯ № \_\_\_\_\_

предполагает формирование компетенций на начальном уровне: студент знает «теоретический минимум» и недостаточно владеет методами решения базовых задач;

4. Низкий уровень соответствует оценке не зачтено:  
студент не владеет основной терминологией и понятийным аппаратом радиобиологии; не владеет навыками решения базовых задач по данной дисциплине.

