

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Радиофизический факультет

УТВЕРЖДЕНО:

Декан

А. Г. Коротаев

Оценочные материалы по дисциплине

Ионизирующие излучения в экологии

по направлению подготовки

03.03.03 Радиофизика

Направленность (профиль) подготовки:

Радиофизика, электроника и информационные системы

Форма обучения

Очная

Квалификация

Бакалавр

Год приема

2024

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

М.Л. Громов

Председатель УМК

А.П. Коханенко

Томск – 2025

1. Компетенции и индикаторы их достижения, проверяемые данными оценочными материалами

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

– ОПК-1 – способность применять базовые знания в области физики и радиофизики и использовать их в профессиональной деятельности, в том числе в сфере педагогической деятельности;

– ПК-1 – способность проанализировать поставленную задачу в области радиофизики и электроники, осуществлять поиск, обобщение и использование научно-технической информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональной задачи.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК 1.3. Применяет базовые знания в области физики и радиофизики при осуществлении профессиональной деятельности.

ИПК 1.1. Понимает требования, предъявляемые к исследуемому прибору, устройству или системе и ожидаемые результаты их использования.

2. Оценочные материалы текущего контроля и критерии оценивания

Элементы текущего контроля:

- тесты;
- контрольные вопросы.

Тест 1 (ОПК-1) *Примеры вопросов*

1. Что означает в ядерной физике понятие «излучение»?
 - а) Процесс перехода электрона с внутренних энергетических уровней на более отдаленные от ядра;
 - б) процесс присоединения к атому одного или нескольких электронов;
 - в) процесс выхода электрона за пределы энергетических уровней данного атома;
 - г) переход электронов с внешних энергетических уровней на внутренние.

2. Назовите виды электромагнитных ионизирующих излучений:
 - а) альфа-излучение;
 - б) гамма-кванты;
 - в) рентгеновское излучение;
 - г) бета-излучение;
 - д) нейтронное излучение.

3. К естественным источникам радиации не относятся:
 - а) внешнее облучение земного происхождения;
 - б) радиоактивные осадки;
 - в) внутреннее облучение земного происхождения;
 - г) внутреннее облучение космического происхождения;
 - д) внешнее облучение космического происхождения.

4. Какое максимальное количество электронных уровней может быть у атома?
 - а) пять;
 - б) шесть;
 - в) семь;
 - г) восемь.

5. Отметьте виды корпускулярных ионизирующих излучений:
 - а) альфа-излучение;

- б) гамма-кванты;
- в) рентгеновское излучение;
- г) бета-излучение;
- д) нейтронное излучение.

6. Что такое массовое число?

- а) Сумма электронных частиц атома;
- б) сумма нейтронов и протонов в ядре;
- в) сумма электронов на энергетическом уровне;
- г) сумма протонов и электронов в атоме.

7. Что такое атом?

- а) Нейтральная элементарная частица с нулевой массой и спином 1, переносчик электромагнитного взаимодействия между заряженными частицами;
- б) микрочастица, способная к самостоятельному существованию, имеет постоянный состав входящих в нее атомных ядер и фиксированное число электронов;
- в) частица материи, представляющая собой кванты электромагнитных возбуждений определенной системы;
- г) мельчайшая частица химического элемента, сохраняющая все его химические свойства.

8. Какими буквами латинского алфавита обозначаются электронные уровни атома?

- а) A, B, C, D, E;
- б) H, I, J, K, L, M;
- в) Q, R, S, T, U, V, W, X;
- г) K, L, M, N, O, P, Q.

9. Как называется процесс перехода электрона с одного энергетического уровня на более отдаленный от ядра?

- а) Ионизация;
- б) возбуждение;
- в) излучение;
- г) люминесценция.

Ключи: 1 г), 2 б-в), 3 б), 4 в), 5 а-г-д), 6 б), 7 г), 8 г), 9 б).

Критерии оценивания:

Тестирование допускает 2 попытки. Ответ на вопрос может содержать несколько правильных вариантов. Результаты тестирования определяются оценками «аттестован», «не аттестован». Оценка «аттестован» выставляется, если даны правильные ответы на 7 из 9 вопросов. Оценка «не аттестован» выставляется во всех остальных случаях.

Тест 2 (ИОПК-1.3.) *Примеры вопросов*

В1

Дать определение: Рентгенография

Физический смысл единицы физической величины: 1 Бк

Задача:

Известно, что масса изотопа составляет 16 кг, постоянная распада изотопа $2,3 \text{ д}^{-1}$

Определить: через какое время изотопа останется 4 кг?

Ответ: 0.6 д (14.4 ч)

В2

Дать определение: Вторичные космические лучи

Физический смысл единицы физической величины: 1 Ки

Задача:

Известно, что масса изотопа составляет 16 кг, постоянная распада изотопа $2,3 \text{ д}^{-1}$

Определить: через какое время изотопа останется 2 кг?

Ответ: 0.9 д (21.6 ч)

В3

Дать определение: Гамма-излучение

Физический смысл единицы физической величины: 1 Кл/кг

Задача:

Известно, что масса изотопа составляет 32 кг, постоянная распада изотопа $4,6 \text{ с}^{-1}$

Определить: через какое время изотопа останется 4 кг?

Ответ: 0.45 с

В4

Дать определение: Характеристический спектр рентгеновского излучения

Физический смысл единицы физической величины: 1 рад

Задача:

Известно, что масса изотопа составляет 2 кг, период полураспада изотопа 20 с

Определить: какое количество изотопа было за 2 минуты до измерения?

Ответ: 128 кг

В5

Дать определение: Радионуклид

Физический смысл единицы физической величины: 1 эВ

Задача:

Известно, что масса изотопа составляет 64 мкг, постоянная распада изотопа $4,6 \text{ с}^{-1}$

Определить: через какое время изотопа останется 8 мкг?

Ответ: 0.45 с

В6

Дать определение: Активность радионуклида

Физический смысл единицы физической величины: 1 Гр

Задача:

Известно, что масса изотопа составляет 1 г, период полураспада изотопа 20.0 дней

Определить: какое количество изотопа останется через 60.0 дней?

Ответ: 125 мг

Критерии оценивания:

Результаты тестирования определяются оценками «аттестован», «не аттестован».

Оценка «аттестован» выставляется, если даны правильные ответы на все теоретические вопросы и все задачи решены без ошибок.

Оценка «не аттестован» выставляется во всех остальных случаях.

Тест 3 (ИОПК-1.3., ИПК 1.1.) Эссе на темы по 1-му из вопросов для самостоятельной работы:

1. Классификация источников радиационных излучений
2. Природные и техногенные источники ИИ
3. Энергия и мощность ИИ
4. Рентгеновское излучение

5. Гамма-излучение
6. Космические лучи
7. Естественный радиационный фон Земли
8. Экранирующие свойства различных веществ
9. Изотопы и их распространенность в окружающей среде
10. Закон радиоактивного распада
11. Активность изотопов
12. Изотопы Йод-129, Йод-131
13. Изотоп Торий-232
14. Рентгенография
15. Косвенно ионизирующие излучения
16. Радиационные повреждения структуры веществ
17. Поглощение излучений средами
18. Влияние ИИ на электрические и оптические характеристики веществ
19. Влияние ИИ на биологические объекты
20. Дозиметрия и эквидозиметрия
21. Дозы ИИ
22. Лучевая болезнь
23. Лучевая терапия
24. Нормы радиационной безопасности, принятые в России
25. Ликвидация радиоактивных загрязнений окружающей среды
26. Метод введения в организм «конкурентов» для радиоизотопов
27. Метод введения в организм «мишеней» для защиты от ИИ
28. Способ «Защиты временем» от воздействия ИИ
29. Способ «Защиты расстоянием» от воздействия ИИ

Критерии оценивания:

Результаты тестирования определяются оценками «аттестован», «не аттестован».

Оценка «аттестован» выставляется, если раскрыта тема, студент свободно ориентируется в представленном материале, уверенно отвечает на дополнительный вопрос по теме.

Оценка «не аттестован» выставляется во всех остальных случаях.

3. Оценочные материалы итогового контроля (промежуточной аттестации) и критерии оценивания

Зачет в шестом семестре проводится в устной форме по билетам. Билет содержит два теоретических вопроса и задачу. Продолжительность зачета 1,5 часа.

Первый вопрос в каждом билете сформулирован для проверки сформированности следующих компетенций/индикаторов компетенций: ОР-1.3.1, ОР-1.3.2.

Второй вопрос в каждом билете сформулирован для проверки сформированности следующих компетенций/индикаторов компетенций: ОР-1.1.2, ОР-1.3.3.

Задача служит для проверки сформированности следующих компетенций/индикаторов компетенций: ОР-1.1.1.

Примерный перечень теоретических вопросов

1. Вопрос 1. Виды ионизирующих излучений, их энергия.
2. Вопрос 2. Радиационный фон окружающей среды.
3. Вопрос 3. Радиоизотопы. Время жизни. Активность.
4. Вопрос 4. Единицы активности радионуклидов и доз радиации.
5. Вопрос 5. Качество излучения.
6. Вопрос 6. Доза облучения.
7. Вопрос 7. Доза излучения.

8. Вопрос 8. Методы и приборы контроля параметров ионизирующих излучений и активности радионуклидов.
9. Вопрос 9. Концепция риска облучения.
10. Вопрос 10. Эквивалентная доза.
11. Вопрос 11. Эффективная доза облучения.
12. Вопрос 12. Ожидаемые индивидуальные дозы.
13. Вопрос 13. Косвенно ионизирующие излучения.
14. Вопрос 14. Поглощение рентгеновского излучения.
15. Вопрос 15. Радиационные повреждения структуры веществ.
16. Вопрос 16. Радиационные методы контроля и диагностики объектов инфраструктуры и окружающей среды.
17. Вопрос 17. Применение ионизирующих излучений в медицине и биологии.
18. Вопрос 18. Влияние ИИ на биологические объекты.
19. Вопрос 19. Лучевая болезнь.
20. Вопрос 20. Радиационная защита населения.

Примеры задач:

1. Задача 1.

Дано: масса изотопа составляет 32 кг, постоянная распада изотопа $2,3 \text{ ч}^{-1}$
 Определить: через какое время изотопа останется 2 кг?

2. Задача 2.

Дано: масса изотопа составляет 2 г, период полураспада изотопа 20.0 дней.
 Определить: какое количество изотопа останется через 40.0 дней?

3. Задача 3.

Вычислить активность 120 грамм ^{137}Cs (Цезий-137) $T_{1/2} = 30.1$ лет.

4. Задача 4.

При альфа-распаде ^{224}Ra (Радий-224) укажите дочерний изотоп:

5. Задача 5.

При альфа-распаде ^{212}Po (Полоний-212) укажите дочерний изотоп:

6. Задача 6.

При бета(+)-распаде ^{11}C (Углерод-11) укажите дочерний изотоп:

7. Задача 7.

При бета(-)-распаде ^{80}Br (Бром-82) укажите дочерний изотоп:

Ответы: 1) 0.6 ч (36 м); 2) 500 мг (0.5 г); 3) 385 ТБк; 4) ^{220}Rn (Радон-220); 5) ^{208}Pb (Свинец-208); 6) ^{11}B (Бор-11); 7) ^{80}Kr (Криптон-80).

Результаты зачета определяются по системе «зачтено»/ «не зачтено» согласно Таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Промежуточная аттестация по дисциплине

Компетенция	Индикатор компетенции	Код и наименование результатов обучения (планируемые результаты обучения, характеризующие этапы формирования компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения	
			Не зачет	Зачет
ОПК-1 Способен применять базовые знания в области	ИОПК 1.3 Применяет базовые	ОР-1.3.1 Обучающийся знает основные виды ионизирующих излучений их характеристики, источники, распространенность в	Обучающийся не имеет четкого представления об изучаемом материале, не знает	Достижение обучающимся необходимого уровня знаний об ионизирующих

<p>физики и радиофизики и использовать их в профессиональной деятельности, в том числе в сфере педагогической деятельности.</p>	<p>знания в области физики и радиофизики при осуществлении профессиональной деятельности.</p>	<p>окружающей среде включая техносферу.</p> <p>ОР-1.3.2 Обучающийся знает основы дозиметрии и дозовые величины ионизирующих излучений и вызываемые ими биологические эффекты.</p> <p>ОР-1.3.3 Обучающийся знает основные методы и способы защиты от ионизирующих излучений различных видов</p>	<p>определений, характеристик ИИ.</p> <p>Не знаком с принципами нормирования ИИ в радиоэкологии.</p> <p>Не знает способов защиты от паталогического воздействия ИИ.</p>	<p>излучениях в окружающей среде и их экологической значимости.</p> <p>Обучающийся знает основы дозиметрии и дозовые величины ионизирующих излучений и вызываемые ими биологические эффекты.</p> <p>Знает основные способы защиты от ИИ</p>
<p>ПК-1 Способен проанализировать поставленную задачу в области радиофизики и электроники, осуществлять поиск, обобщение и использование научно-технической информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональной задачи.</p>	<p>ИПК 1.1 Понимает требования, предъявляемые к исследуемому прибору, устройству или системе и ожидаемые результаты их использования.</p>	<p>ОР-1.1.1 Обучающийся умеет рассчитывать активность радиоизотопов.</p> <p>ОР-1.1.2 Обучающийся знает современные методы и приборы контроля параметров ионизирующих излучений.</p>	<p>Имеет задолженности по контрольным заданиям.</p>	<p>Обучающийся имеет практический навык по получению и интерпретации результатов расчетов активности радиоизотопов.</p> <p>Успешное выполнение 2-ух контрольных заданий.</p>

4. Оценочные материалы для проверки остаточных знаний (сформированности компетенций)

Тест (ИОПК-1.3.)

1. При альфа-распаде ^{223}Ra (Радий-223) укажите дочерний изотоп:

- а) ^{224}Ra (Радий-224)
- б) ^{218}Rn (Радон-218)
- в) ^{223}Fr (Франций-223)
- г) ^{213}Po (Полоний-213)

2. При альфа-распаде ^{213}Po (Полоний-213) укажите дочерний изотоп:

- а) ^{212}Po (Полоний-212)
- б) ^{207}Pb (Свинец-207)
- в) ^{213}Bi (Висмут-213)
- г) ^{223}Fr (Франций-223)

3. При бета(+)-распаде ^{78}Br (Бром-78) укажите дочерний изотоп:

- а) ^{77}Br (Бром-77)

- б) ^{235}U (Уран-235)
- в) ^{79}Br (Бром-79)
- г) ^{78}Se (Селен-78)

4. При бета(-)-распаде ^{82}Br (Бром-82) укажите дочерний изотоп:

- а) ^{78}As (Мышьяк-78)
- б) ^{80}Kr (Криптон-80)
- в) ^{82}Kr (Криптон-82)
- г) ^{81}Br (Бром-81)

5. При бета(-)-распаде трития укажите дочерний изотоп:

- а) ^3He (Гелий-3)
- б) ^2H (дейтерий)
- в) такой распад принципиально невозможен
- г) ^4Li (Литий-4)

Ключи: 1 б), 2 б), 3 г), 4 в, 5 а).

Теоретические вопросы (ИПК 1.1.):

1. Указать основные методы дозиметрии ИИ (указать правильные варианты):

- а) Метод ионизационной камеры
- б) Термокаталитический метод по этанолу
- в) Сцинтилляционный метод
- г) Индикаторные трубки Мохова - Шинкаренко

2. К основным способам защиты от ИИ не относятся (указать варианты):

- а) защита временем
- б) сицилианская защита
- в) экранирование
- г) защита расстоянием
- д) фармако-диетическая защита
- е) Защита Лужина (автор В. Набоков)

3. Единица измерения мощности эквивалентной дозы в системе единиц СИ:

Варианты ответа (указать правильный):

- а) Бк/км²
- б) Зв/с
- в) бэр
- г) Грей
- д) правильный ответ отсутствует

4. Единица измерения плотности радиоактивного загрязнения поверхности в системе единиц СИ:

Варианты ответа (указать правильный):

- а) Бк/км
- б) А
- в) Кю
- г) рад
- д) Бк/км²

5. В каких единицах выражается экспозиционная доза:

Варианты ответа (указать правильный):

- а) кг
- б) Р
- в) рад
- г) Вт
- д) А

Ключи: 1 (а)+(в), 2 (б)+(е), 3 б), 4 д), 5 б).

Задачи (ИОПК-1.3.)

1. Известно, что масса изотопа составляет 16 кг, постоянная распада изотопа $2,3 \text{ д}^{-1}$
Определить: через какое время изотопа останется 4 кг?

Варианты ответа (указать правильный):

- а) 0.6 ч (36 м)
- б) 0.6 д (14.4 ч)
- в) 0.3 д (7.2 ч)
- г) 0.3 ч (18 м)

2. Известно, что масса изотопа составляет 2 кг, период полураспада изотопа 20 с
Определить: какое количество изотопа было за 2 минуты до измерения?

Варианты ответа (указать правильный):

- а) 64 кг
- б) 128 кг
- в) 256 кг
- г) 32 кг

3. Известно, что масса изотопа составляет 32 кг, постоянная распада изотопа $4,6 \text{ с}^{-1}$
Определить: через какое время изотопа останется 4 кг?

Варианты ответа (указать правильный):

- а) 10 м
- б) 0.90 с
- в) 0.45 с
- г) 1 год

4. Известно, что масса изотопа составляет 64 мкг, постоянная распада изотопа $4,6 \text{ с}^{-1}$
Определить: через какое время изотопа останется 8 мкг?

- а) 10 м
- б) 0.90 с
- в) 1 год
- г) 0.45 с

Ключи: 1 б), 2 б), 3 в), 4 г).

Ответ должен содержать формальную постановку задач, ее решение и интерпретацию полученных выводов.

Информация о разработчиках

Колмаков Александр Анатольевич, к.ф.-м.н., РФФ, кафедра КФиЭ, доцент