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

Обнинский институт атомной энергетики –

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

ОТДЕЛЕНИЕ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

Утверждено на заседании
Ученого совета ИАТЭ НИЯУ МИФИ
Протокол от 28.08.2023 № 23.8

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине

ДОЗИМЕТРИЯ И ЗАЩИТА ОТ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ

название дисциплины

Специальность

14.05.01 Ядерные реакторы и материалы

Образовательная программа

Ядерные реакторы

Шифр, название специализации

Форма обучения: очная

г. Обнинск 2023 г.

Область применения

Фонд оценочных средств (ФОС) – является неотъемлемой частью учебно-методического комплекса учебной дисциплины «Дозиметрия и защита от ионизирующих излучений» и предназначен для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу данной дисциплины.

Цели и задачи фонда оценочных средств

Целью Фонда оценочных средств является установление соответствия уровня подготовки обучающихся требованиям федерального государственного образовательного стандарта.

Для достижения поставленной цели Фондом оценочных средств по дисциплине «Дозиметрия и защита от ионизирующих излучений» решаются следующие задачи:

– контроль и управление процессом приобретения обучающимися знаний, умений и навыков, предусмотренных в рамках данного курса;

– контроль и оценка степени освоения компетенций, предусмотренных в рамках данного курса;

– обеспечение соответствия результатов обучения задачам будущей профессиональной деятельности через совершенствование традиционных и внедрение инновационных методов обучения в образовательный процесс в рамках данного курса.

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

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

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

Код компетенции	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ПК-1	Способен создавать теоретические и математические модели, описывающие нейтронно-физические процессы в реакторах, процессы гидродинамики и тепломассопереноса в активных зонах или воздействие ионизирующего излучения на материалы, человека и объекты окружающей среды, системы учета, контроля ядерных материалов	З-ПК-1 Знать нейтронно-физические процессы в реакторах, процессы гидродинамики и тепломассопереноса в активных зонах или воздействие ионизирующего излучения на материалы, человека и объекты окружающей среды, системы учета, контроля ядерных материалов У-ПК-1 Уметь создавать теоретические и математические модели в профессиональной области В-ПК-1 Владеть навыками работы с современными расчетными программными средствами

1.2. Этапы формирования компетенций в процессе освоения ОП

Компоненты компетенций, как правило, формируются при изучении нескольких дисциплин, а также в немалой степени в процессе прохождения практик, НИР и во время самостоятельной работы обучающегося. Выполнение и защита ВКР являются видом учебной деятельности, который завершает процесс формирования компетенций.

Место дисциплины и соответствующий этап формирования компетенций в целостном процессе подготовки по образовательной программе можно определить по матрице компетенций, которая приводится в приложении.

Этапы формирования компетенции в процессе освоения дисциплины:

- **начальный** этап – на этом этапе формируются знаниевые и инструментальные основы компетенции, осваиваются основные категории, формируются базовые умения. Студент воспроизводит термины, факты, методы, понятия, принципы и правила; решает учебные задачи по образцу;
- **основной** этап – знания, умения, навыки, обеспечивающие формирование компетенции, значительно возрастают, но еще не достигают итоговых значений. На этом этапе студент осваивает аналитические действия с предметными знаниями по дисциплине, способен самостоятельно решать учебные задачи, внося коррективы в алгоритм действий, осуществляя коррекцию в ходе работы, переносит знания и умения на новые условия;
- **завершающий** этап – на этом этапе студент достигает итоговых показателей по заявленной компетенции, то есть осваивает весь необходимый объем знаний, овладевает всеми умениями и навыками в сфере заявленной компетенции. Он способен использовать эти знания, умения, навыки при решении задач повышенной сложности и в нестандартных условиях.

Этапы формирования компетенций в ходе освоения дисциплины отражаются в тематическом плане (см.п. 4 рабочей программы дисциплины).

1.3. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индикатор достижения компетенции	Наименование оценочного средства текущей и промежуточной аттестации
Текущий контроль			
1.	**Раздел 1**	З-ПК-1; У-ПК-1; В-ПК-1	Тест №1
2.	**Раздел 2**	З-ПК-1; У-ПК-1; В-ПК-1	Контрольная работа 1
3.	Раздел 3	З-ПК-1; У-ПК-1; В-ПК-1	Контрольная работа 2
4.	Раздел 4	З-ПК-1; У-ПК-1; В-ПК-1	Тест №2
Промежуточный контроль			
	Зачет	З-ПК-1; У-ПК-1; В-ПК-1	Зачетный билет

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Конечными результатами освоения программы дисциплины являются сформированные когнитивные дескрипторы «знать», «уметь», «владеть», расписанные по отдельным компетенциям, которые приведены в п.1.1. Формирование этих дескрипторов происходит в процессе изучения дисциплины по этапам в рамках различного вида учебных занятий и самостоятельной работы.

Выделяются три уровня сформированности компетенций на каждом этапе: пороговый, продвинутый и высокий.

Уровни	**Содержательное описание уровня**	**Основные признаки выделения уровня**	**БРС, % освоения**	**ECTS/Пятибалльная шкала для оценки экзамена/зачета**
Высокий *Все виды компетенций сформированы на высоком уровне в соответствии с целями и задачами дисциплины*	Творческая деятельность	*Включает нижестоящий уровень.* Студент демонстрирует свободное обладание компетенциями, способен применить их в нестандартных ситуациях: показывает умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического или прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	90-100	A/ Отлично/ Зачтено
Продвинутый *Все виды компетенций сформированы на продвинутом уровне в соответствии с целями и задачами дисциплины*	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу, большей долей самостоятельности и инициативы	*Включает нижестоящий уровень.* Студент может доказать владение компетенциями: демонстрирует способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения.	85-89	B/ Очень хорошо/ Зачтено
			75-84	C/ Хорошо/ Зачтено
Пороговый *Все виды компетенций сформированы на пороговом уровне*	Репродуктивная деятельность	Студент демонстрирует владение компетенциями в стандартных ситуациях: излагает в пределах задач курса теоретически и практически контролируемый материал.	65-74	D/Удовлетворительно/ Зачтено
			60-64	E/Посредственно /Зачтено
Ниже порогового	Отсутствие признаков порогового уровня: компетенции не сформированы. Студент не в состоянии продемонстрировать обладание компетенциями в стандартных ситуациях.		0-59	Неудовлетворительно/ Зачтено

Оценивание результатов обучения студентов по дисциплине осуществляется по регламенту текущего контроля и промежуточной аттестации.

Критерии оценивания компетенций на каждом этапе изучения дисциплины для каждого вида оценочного средства и приводятся в п. 4 ФОС. Итоговый уровень сформированности компетенции при изучении дисциплины определяется по таблице. При этом следует понимать, что граница между уровнями для конкретных результатов освоения образовательной программы может смещаться.

Уровень сформированности компетенции	**Текущий контроль**	**Промежуточная аттестация**
высокий	**высокий**	**высокий**
	продвинутый	*высокий*
	высокий	*продвинутый*
продвинутый	*пороговый*	*высокий*
	высокий	*пороговый*
	продвинутый	**продвинутый**
	продвинутый	*пороговый*
	пороговый	*продвинутый*
пороговый	**пороговый**	**пороговый**
ниже порогового	**пороговый**	**ниже порогового**
	ниже порогового	**-**

3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков или опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Рейтинговая оценка знаний является интегральным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков студентов по дисциплине и складывается из оценок, полученных в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации.

Текущий контроль в семестре проводится с целью обеспечения своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы студентов.

Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины.

Текущий контроль осуществляется два раза в семестр: контрольная точка № 1 (КТ № 1) и контрольная точка № 2 (КТ № 2).

Результаты текущего контроля и промежуточной аттестации подводятся по шкале балльно-рейтинговой системы.

Вид контроля	**Этап рейтинговой системы Оценочное средство**	**Балл**	
		Минимум	Максимум
Текущий	**Контрольная точка № 1**	**18**	**30**
	Тест №1	6	10
	Контрольная работа №1	12	20
	Контрольная точка № 2	**18**	**30**
	Тест №2	6	10
	Контрольная работа 2	12	20
Промежуточный	**Зачет**	**24**	**40**
	Вопросы к зачету	24	40
ИТОГО по дисциплине		**60**	**100**

Бонусы: поощрительные баллы студент получает к своему рейтингу в конце семестра за активную и регулярную работу на занятиях.

По Положению бонус (премиальные баллы) не может превышать **5 баллов**.

Штрафы: за несвоевременную сдачу/выполнение индивидуальных домашних заданий. Максимальная оценка может быть снижена на 1 балл – за каждое просроченное занятие, на 2 балла – за несвоевременное выполнение индивидуального домашнего задания/теста, на 1 балл на зачете – за каждое пропущенное лекционное занятие.

Процедура оценивания знаний, умений, владений по дисциплине включает учет успешности по всем видам заявленных оценочных средств.

Тесты по разделам проводятся на лекционных занятиях и включают вопросы по предыдущему разделу.

Индивидуальное домашнее задание выполняется студентом дома в рамках самостоятельной работы.

Устный опрос в виде дискуссии проводится на каждом лекционном занятии совместно и затрагивает, как правило, тему прошлого лекционного занятия.

По окончании освоения дисциплины проводится промежуточная аттестация в виде зачета, что позволяет оценить совокупность приобретенных в процессе обучения компетенций. При выставлении итоговой оценки применяется балльно-рейтинговая система оценки результатов обучения.

Зачет предназначен для оценки работы обучающегося в течение всего срока изучения дисциплины и призван выявить уровень, прочность и систематичность полученных обучающимся теоретических знаний и умений приводить примеры практического использования знаний (например, применять их в решении практических задач), приобретения навыков самостоятельной работы, развития творческого мышления.

Оценка сформированности компетенций на зачете для тех обучающихся, которые пропускали занятия и не участвовали в проверке компетенций во время изучения дисциплины, проводится после индивидуального собеседования с преподавателем по пропущенным или не усвоенным обучающимся темам с последующей оценкой самостоятельно усвоенных знаний на зачете.

4.Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков

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»

Специальность	**14.05.01 Ядерные реакторы и материалы**
Образовательная программа	**Ядерные реакторы**
Дисциплина	**Дозиметрия и защита от ионизирующих излучений**

ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ

1. Система дозиметрических величин. Экспозиционная и поглощённая дозы, единицы измерения.
2. Система дозиметрических величин. Эквивалентная и эффективная дозы, единицы измерения.
3. Система дозиметрических величин. Ожидаемые эквивалентная и эффективная дозы, единицы измерения.
4. Система дозиметрических величин. Амбиентный и индивидуальный эквивалент дозы, единицы измерения.
5. Система дозиметрических величин. Поглощённая доза излучения и поглощённая доза в органе, линейная передача энергии; единицы измерения.
6. Система дозиметрических величин. Активность радионуклидного источника, флюенс и плотность потока частиц; единицы измерения.
7. Система дозиметрических величин. Поглощённая доза излучения и керма; единицы измерения.
8. Биологическое действие ионизирующих излучений. Детерминированные эффекты облучения.
9. Биологическое действие ионизирующих излучений. Стохастические эффекты облучения.
10. Биологическое действие ионизирующих излучений. Понятие об относительной биологической эффективности излучений.
11. Основные принципы обеспечения радиационной безопасности.
12. Управление источником как метод и средство радиационной безопасности.
13. Контроль профессионального облучения. Стратегия обеспечения радиационной безопасности.
14. Контроль профессионального облучения. Тактика обеспечения радиационной безопасности.
15. Контроль профессионального облучения. Нормируемые величины облучения персонала в нормальных условиях эксплуатации источников излучения.
16. Контроль профессионального облучения. Нормируемые величины планируемого повышенного облучения.
17. Физические основы дозиметрии фотонного излучения. Коэффициенты ослабления и передачи энергии; единицы измерения.
18. Физические основы дозиметрии фотонного излучения. Эффективный атомный номер сложного вещества.
19. Принцип ионизационного метода дозиметрии на примере ионизационной камеры.

20. Соотношение Брэгга-Грея.
21. Напёрстковые ионизационные камеры. Ход с жёсткостью.
22. Конденсаторные ионизационные камеры.
23. Чувствительность газоразрядного счётчика по мощности дозы.
24. Чувствительность по мощности дозы сцинтилляционного детектора, работающего в счётчиковом режиме.
25. Принцип фотографического метода дозиметрии.
26. Принцип люминесцентного метода дозиметрии.
27. Физические основы дозиметрии нейтронов.
28. Активационный метод дозиметрии нейтронов.
29. Понятие о трековом методе дозиметрии заряженных частиц.
30. Понятие о дозиметрии радиоактивных газов и аэрозолей.

ЗАДАЧИ К ЗАЧЕТУ

1. Какова активность (без учета дочерних продуктов) а) 1 г $^{226}_{88}Ra$ и б) 1 г $^{238}_{92}U$? Во сколько раз активность $^{226}_{88}Ra$ больше активности $^{238}_{92}U$?

2. Определить мощность воздушной кермы на расстоянии 1 м от точечного изотропного источника, испускающего гамма-кванты с энергиями 1 МэВ (квантовый выход 12 %) и 0,05 МэВ (85 %). Активность источника 10^8 Бк.

3. При работе с источником ^{32}P, который является чистым β-излучателем, плотность потока β-частиц составила 40 част./(см^2·с). Чему будет равна эквивалентная доза в коже?

4. Определить удельную активность ^{40}K в образце, представляющем собой соль KCl, если содержание ^{40}K в естественном калии составляет 0,0118 % по массе.

5. Найти величину кермы в воздухе, создаваемую источником ^{51}Cr за четыре часа, если в начальный момент времени плотность потока γ-квантов в точке наблюдения составляла $2\cdot10^4$ 1/(см^2·с).

6. Мощность воздушной кермы, создаваемой источником γ-квантов со средней энергией 0,5 МэВ, составляет 10 мкГр/ч. Рассчитать эффективную дозу, полученную за 36 часов работы; принять, что облучение происходит в передне-задней геометрии.

7. В известняковых почвах удельная активность ^{238}U составляет 30 Бк/кг. Сколько миллиграммов ^{238}U содержит 1 кг известняка?

8. Определить мощность воздушной кермы γ-квантов на расстоянии 2 м от точечного изотропного источника активностью $4\cdot10^9$ Бк, испускающего γ-кванты с энергией 1 МэВ. Выход γ-квантов на один распад – 0,5. Найти керма-постоянную данного источника.

9. Какова будет эффективная доза в однородном изотропном смешанном гамма-нейтронном поле излучения, если в любой точке поля экспозиционная доза γ-излучения (средняя энергия 0,3 МэВ) составит 100 мР, а флюенс тепловых нейтронов равен 10^6 нейтр./см^2?

10. Объемная активность ^{60}Co в водяном паре, протекающем по трубопроводу диаметром 10 см, в момент остановки реактора составляет 10^3 Бк/л. Трубопровод расположен по окружности радиусом 3 м. Чему равна мощность воздушной кермы в центре круга?

11. Рассчитать толщину железного экрана при работе с источником ^{137}Cs, если необходимо снизить интенсивность γ-излучения в $1{,}25\cdot10^4$ раз. Решить задачу с использованием слоев ослабления.

12. Определить кратность ослабления плотности потока тепловых нейтронов, нормально падающих на лист кадмия толщиной 1 мм. Микроскопическое сечение радиационного захвата кадмия $\sigma = 2520$ б.

13. Мощность воздушной кермы на высоте 1 м над центром пятна, загрязненного ^{137}Cs, составила 0,13 мГр/ч. Чему равна общая активность загрязненного участка, если пятно имеет форму круга с диаметром 4 м?

14. Рассчитать толщину защиты из воды для точечного изотропного источника, испускающего несколько моноэнергетических γ-квантов, если ослабить мощность дозы излучения необходимо в 10^3 раз. Энергии испускаемых фотонов ε [МэВ] и дифференциальные керма-постоянные нуклидов $\Gamma_{K,i}$[аГр·м^2/(с·Бк] известны: ε_1=0,1 ($\Gamma_{K,1}$=0,5); ε_2=0,2 ($\Gamma_{K,2}$=0,2); ε_3=0,4 ($\Gamma_{K,3}$=0,1); ε_4=0,8 ($\Gamma_{K,4}$=0,1); ε_5=1,0 ($\Gamma_{K,5}$ = 0,1).

15. Плотность потока тепловых нейтронов, создаваемая точечным изотропным источником на рабочем месте оператора (персонал гр. А), равна 10^9 нейтр./(см^2·с). Определить толщину защиты из кадмия (σ_{Cd} = 2520 б), при которой будут обеспечены допустимые уровни облучения персонала в течение 36-часовой рабочей недели в изотропной геометрии облучения.

Критерии и шкала оценивания

Оценка	**Критерии оценки**
Отлично 36-40	Студент должен: - продемонстрировать глубокое и прочное усвоение знаний программного материала; - исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно изложить теоретический материал; - правильно формулировать определения; - продемонстрировать умения самостоятельной работы с литературой; - уметь сделать выводы по излагаемому материалу.
Хорошо 30-35	Студент должен: - продемонстрировать достаточно полное знание программного материала; - продемонстрировать знание основных теоретических понятий; достаточно последовательно, грамотно и логически стройно излагать материал; - продемонстрировать умение ориентироваться в литературе; - уметь сделать достаточно обоснованные выводы по излагаемому материалу.
Удовлетворительно 25-29	Студент должен: - продемонстрировать общее знание изучаемого материала; - показать общее владение понятийным аппаратом дисциплины; - уметь строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; - знать основную рекомендуемую программой учебную литературу.
Неудовлетворительно 24 и меньше	Студент демонстрирует: - незнание значительной части программного материала; - не владение понятийным аппаратом дисциплины; - существенные ошибки при изложении учебного материала; - неумение строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; - неумение делать выводы по излагаемому материалу.

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»

Специальность	**14.05.01 Ядерные реакторы и материалы**
Образовательная программа	**Ядерные реакторы**
Дисциплина	**Дозиметрия и защита от ионизирующих излучений**

Комплект индивидуальных домашних заданий

Вариант № 1 (ДЗ)

1. Рассчитать квантовые выходы всех γ-квантов, испускаемых радионуклидом, схеме распада которого изображена на рис. 1.3. Относительные выходы γ-квантов с разной энергией относятся как: η_1(0,5 МэВ):η_2(2 МэВ):η_3(2,75 МэВ) = 18:5:7; η_4(1,5 МэВ):η_5(2,25 МэВ) = 14:5.

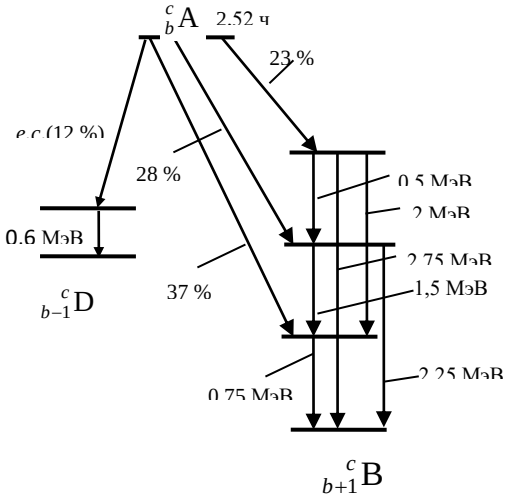


Рис. 1.3. Схема распада радионуклида $^{c}_{b}A$ к задаче 1.13

№ 2 Персонал гр. А работает с препаратом, являющимся чистым β-излучателем со средней энергией β-частиц 0,7 МэВ. Допустимо ли работать с этим препаратом по 10 часов в неделю в течение года, если плотность потока на руки составляет 800 β-част./(см^2·с)?

№ 3 По трубам прокачивается газ ^{131}I, который адсорбируется в цилиндрической колонке (диаметр 1 м, высота 0,2 м) до удельной активности 80 Бк/л. Определить мощность воздушной кермы фотонов на оси колонки на расстоянии 1 м от ее поверхности, считая, что цилиндрическая колонка полностью и равномерно заполнена ^{131}I. Ослаблением излучения в воздухе, стенках труб и колонке пренебречь.

№ 4 Рассчитать толщину защиты из железа, ослабляющую по поглощенной дозе в воздухе в 25 раз γ-излучение находящихся в одной точке двух точечных изотропных источников с энергиями испускаемых фотонов 0,4 и 2 МэВ, если керма-эквивалент нуклида с энергией 0,4 МэВ в четыре раза превышает керма-эквивалент нуклида с энергией 2 МэВ. Для тех же условий найти толщину защиты для кратности ослабления 1000.

Вариант № 2 (ДЗ)

№ 1 Рассчитать керма-постоянную радионуклида ${}^{c}_{b}\mathrm{A}$, схема распада которого изображена на рис. 2.3, если выход γ-квантов с энергией 0,2 МэВ относится к выходу γ-квантов с энергией 0,7 МэВ как 5:7.

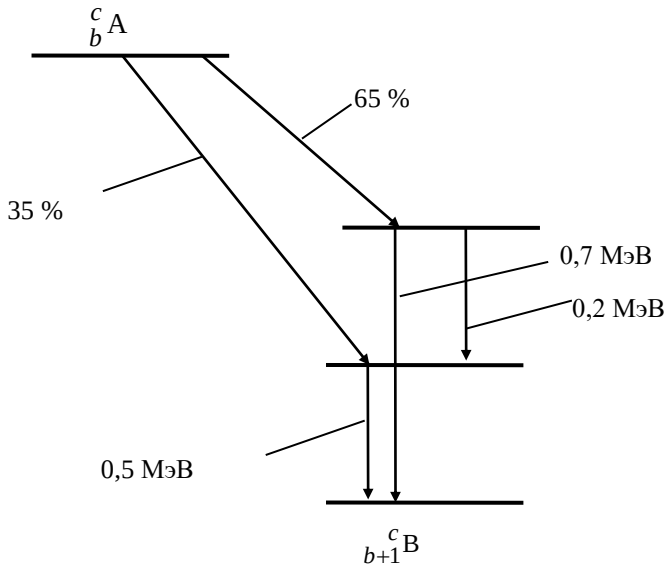


Рис. 2.3. Схема распада нуклида ${}^{c}_{b}\mathrm{A}$ к задаче № 2.5

№ 2 Активность точечного изотропного источника ^{137}Cs 10^9 Бк. Будет ли превышен уровень, соответствующий годовому пределу дозы (для персонала гр.А), если оператор работает на расстоянии 0,8 м от источника по 36 часов в неделю, а геометрия облучения – ПЗ?

№ 3 В цилиндрическом сосуде (диаметр 10 см, высота 10 см) содержался радиоактивный раствор ^{152}Eu (Γ_K = 41,2 аГр· м^2/(с·Бк), $T_{1/2}$ = 13,2 года). После удаления из сосуда раствора, мощность воздушной кермы, измеренная на расстоянии 5 см от верхнего основания, составила 5 мкГр/с. Считая, что активность ^{152}Eu равномерно адсорбировалась на поверхности дна и стенок цилиндра, определить количество ^{152}Eu, осевшего на поверхности цилиндра.

№ 4 За защитой из бетона в одной точке находятся три точечных изотропных источника: ^{137}Cs

(активность 10^9 Бк), ^{60}Co (10^8 Бк), ^{54}Mn (10^9 Бк). Рассчитать толщину бетонной защиты, ослабляющей мощность воздушной кермы фотонов в 10^3 раз.

Вариант № 3 (ДЗ)

№ 1 Рассчитать керма-постоянную радионуклида, схема распада которого изображена на рис. 2.5. Испускание фотонов с энергиями 0,3 и 1 МэВ равновероятно. Принять, что все позитроны нуклида полностью аннигилировали в самом источнике.

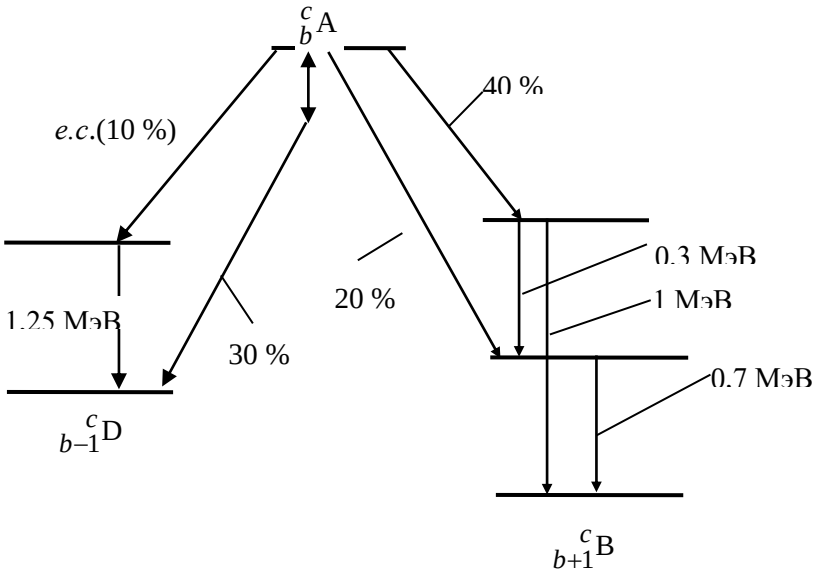


Рис. 2.5. Схема распада радионуклида $^{c}_{b}$A к задаче № 2.7

№ 2 Активность точечного изотропного источника ^{60}Co 10^8 Бк. Будет ли превышен уровень, соответствующий годовому пределу дозы (персонал гр.А), если оператор находится на расстоянии 1 м от источника, время работы – по 36 часов в неделю, а геометрия облучения – ПЗ?

№ 3 Обширный водоем равномерно загрязнен продуктами деления с удельным керма-эквивалентом 80 нГр/(с·м). Рассчитать мощность воздушной кермы на поверхности водоема, если средняя энергия фотонов продуктов деления равна 0,8 МэВ. Расчеты провести с учетом и без учета многократно рассеянного излучения в воде.

№ 4 За защитой из воды толщиной 30 см находится точечный изотропный источник ^{137}Cs активностью $5\cdot10^{10}$ Бк. Определить мощность воздушной кермы на расстоянии 1 м от источника.

Вариант № 4 (ДЗ)

№ 1 Рассчитать ионизационную гамма-постоянную радионуклида, схема распада которого изображена на рис. 2.4, если выходы γ-квантов с разной энергией относятся как η_1(0,1 МэВ):η_2(0,4 МэВ):η_3(1,4 МэВ) = 3:7:13.

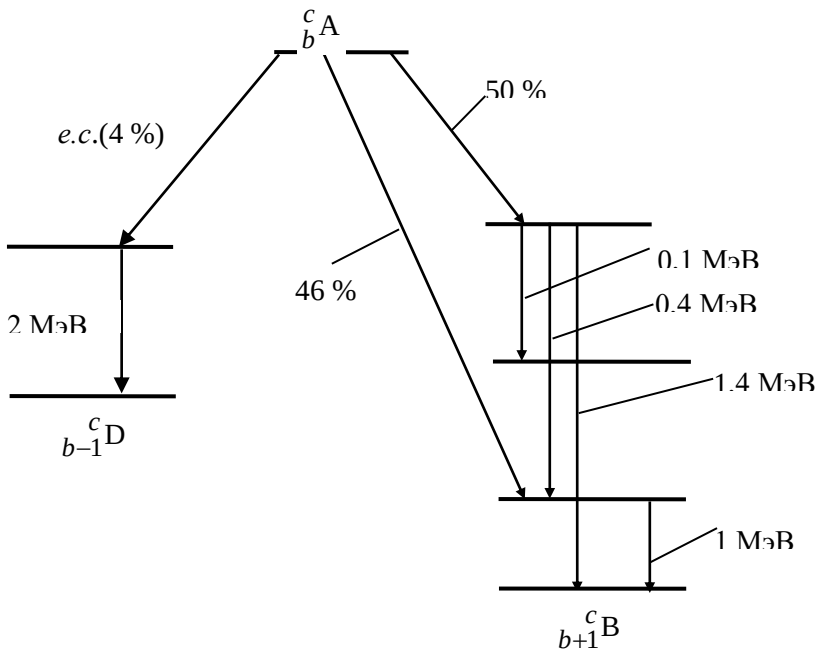


Рис. 2.4. Схема распада радионуклида $^{c}_{b}$A к задаче № 2.6

№ 2 Активность точечного изотропного источника ^{137}Cs, находящегося на расстоянии 1,5 м от оператора, составляет 10^9 Бк. Будет ли превышен уровень, соответствующий годовому пределу дозы (персонал гр.А), если оператор работает по 15 часов в неделю в течение года? Считать геометрию облучения изотропной.

№ 3 Пруд-охладитель при АЭС загрязнен продуктами деления, при этом объемная активность ^{137}Cs составляет 80 Бк/л. Рассчитать эффективную дозу за год, обусловленную γ-излучением ^{137}Cs, содержащегося в воде, если предполагается, что человек будет находиться на поверхности пруда в общей сложности 130 часов в течение года. Считать геометрию облучения изотропной, в расчетах учесть многократно рассеянное в воде γ-излучение.

№ 4 Защитное окно, находящееся вблизи точечного изотропного источника ^{60}Co и заполненное водой, должно снизить мощность воздушной кермы γ-квантов в пять раз. Определить необходимую толщину воды, если источник и точка детектирования находятся на одной нормали к барьеру вплотную к защите с противоположных сторон.

Вариант № 5 (ДЗ)

№ 1 Найти величину кермы в воздухе, создаваемую источником ^{51}Cr за 4 часа, если в начальный момент времени плотность потока γ-квантов в точке наблюдения составляла $2\cdot10^4$ 1/(см^2·с).

№ 2 На каком расстоянии от точечного изотропного источника ^{137}Cs, имеющего активность 10^8 Бк следует работать оператору, чтобы не был превышен годовой дозовый предел (для персонала гр..А)? Работа осуществляется 36 часов в неделю в геометрии ИЗО.

№ 3 Труба (диаметр 0,25 м, длина 6 м) использовалась ранее для нефтеперегонки. Мощность воздушной кермы, измеренная на расстоянии 1 м от торца трубы вдоль центральной оси, равна 10

мкГр/ч. Определить адсорбированную поверхностную активность и массу ^{226}Ra, находящегося в равновесии с дочерними продуктами распада.

№ 4 Защита из воды толщиной 25 см обеспечивает допустимые условия работы с точечным изотропным источником ^{60}Co. На сколько сантиметров надо увеличить водную защиту, если активность источника увеличится в 10 раз?

Вариант № 6 (ДЗ)

№ 1 Нарисовать схему распада радионуклида, если испускаются следующие γ-кванты и β-частицы:

ε_{β_1} = 0,3 МэВ, η_{β_1} = 20 %; ε_{β_2} = 0,5 МэВ, η_{β_2} = 30 %;

ε_{β_3} = 1,0 МэВ, η_{β_3} = 50 %; ε_{γ_1} = 0,2 МэВ, η_{γ_1} = 10 %;

ε_{γ_2} = 0,7 МэВ, η_{γ_2} = 10 %; ε_{γ_3} = 0,5 МэВ, η_{γ_3} = 40 %;

ε_{γ_4} = 1,1 МэВ, η_{γ_4} = 100 %.

№ 2 На каком расстоянии следует работать с точечным изотропным источником ^{51}Cr активностью 10^{12} Бк, чтобы за 8 часов облучения воздушная керма фотонов не превысила 0,5 Гр?

№ 3 На внутреннюю поверхность полого цилиндра (диаметр 0,2 м, высота 0,2 м) тонким слоем нанесен радиоактивный источник с общим керма-эквивалентом $4 \cdot 10^6$ нГр·м^2/с. Определить мощность воздушной кермы в середине этого цилиндра.

№ 4 Для работы с точечным изотропным источником ^{65}Zn используется защита из свинца толщиной 2,95 см, которая обеспечивает допустимые условия облучения персонала при работе 1 час в день. Какую толщину свинцовой защиты следует добавить, чтобы с источником можно было работать 10 часов в день? Аннигиляционное излучение ^{65}Zn не учитывать.

Вариант № 7 (ДЗ)

№ 1 Оператор (персонал гр.А) работает на расстоянии 1,5 м от точечного изотропного источника ^{54}Mn активностью $3 \cdot 10^8$ Бк в течение года. Пренебрегая распадом источника, оценить, будет ли превышен годовой дозовый предел, если работа осуществляется по 36 часов в неделю, а облучение можно считать ИЗО.

№ 2 Определить керма-эквивалент источника, если мощность воздушной кермы фотонов на расстоянии 2 м от источника составляет 0,5 мкГр/с.

№ 3 Радиоактивный раствор ^{137}Cs, содержавшийся в сосуде объемом 8 л (удельная активность 10^{12} Бк/л), разлит тонким слоем на полу и образует лужу в форме круга радиусом 2 м. Определить, сколько часов в день без ущерба для дальнейшей работы может находиться в этом помещении персонал гр. А в течение трех дней (до уничтожения пятна), если персонал работает на расстоянии трех метров от центра пятна (в плоскости пола). Считать облучение изотропным, расчет провести для точки, находящейся на высоте 1 м от пола.

№ 4 Точечный изотропный источник ^{226}Ra находится за барьером из бетона толщиной 30 см, который обеспечивает допустимые уровни облучения персонала. Следует ли увеличивать толщину

защиты, если активность источника, время работы и расстояние до источника увеличились в 2 раза?

Вариант № 8 (ДЗ)

№ 1 Плотность плоско-параллельного потока γ-квантов на рабочем месте от источников ^{54}Mn и ^{60}Co, имеющих одинаковую активность, в сумме составляет 10^5 фотон/(см^2·с). Чему равна эквивалентная доза в коже, полученная в течение одного часа работы?

№ 2 Определить мощность воздушной кермы на расстоянии 0,8 м от источника с гамма-эквивалентом 5,3 мг-экв. Ra.

№ 3 Раствор радиоактивного вещества разлит тонким слоем на полу и имеет форму круга диаметром 0,6 м, причем поверхностный керма-эквивалент раствора равен 10^4 нГр/с. Определить мощность воздушной кермы фотонов в точке, находящейся на расстоянии 3 м от центра круга. Ослаблением излучения в источнике и воздухе пренебречь. Расчет провести для точки, находящейся на высоте 1 м от пола.

№ 4 С точечным изотропным источником, имеющим среднюю энергию γ-излучения 0,8 МэВ, работают на расстоянии 3 м за железной защитой толщиной 7,7 см, что обеспечивает допустимые уровни облучения персонала. На сколько сантиметров должна быть увеличена железная защита, если придется работать на расстоянии 50 см от источника?

Вариант № 9 (ДЗ)

№ 1 Оператор подвергается изотропному смешанному гамма-нейтронному облучению: мощность экспозиционной дозы ($\bar{\varepsilon}_\gamma$ = 1 МэВ) составляет 1 мР/ч, а плотность потока тепловых нейтронов – 10^3 нейтр./(см^2·с). Найти годовую эффективную дозу, обусловленную данным радиационным полем для персонала гр. А. Геометрию облучения считать изотропной.

№ 2 Оператор (персонал гр.А) работает с точечным изотропным источником ^{90}Y (средняя энергия β-частиц 1 МэВ) активностью 10^8 Бк по 10 часов в неделю в течение года. На каком расстоянии от этого источника будет достигнута допустимая плотность потока β-частиц для кожи рук?

№ 3 Труба (диаметр 4 см) проходит вдоль стены по полу на протяжении 3 м в помещении постоянного пребывания персонала. Определить мощность воздушной кермы на расстоянии 1,5 м от середины трубы перпендикулярно трубе (в плоскости пола) и на высоте 1 м от пола. По трубе протекает радиоактивный раствор с удельным керма-эквивалентом 61,2 (нГр·м^2)/(с·л). Поглощение и рассеяние γ-квантов в растворе, стенах трубы и в воздухе не учитывать.

№ 4 (5.33). Установка, предназначенная для облучения животных, содержит точечный изотропный источник ^{137}Cs с гамма-эквивалентом 3000 г-экв. Ra. Рассчитать толщину свинцового экрана, который необходимо установить, чтобы исследователь (персонал гр. А) мог находиться в помещении 2 ч в день (при 36-часовой рабочей неделе) на расстоянии 1 м от источника. Зависимостью фактора накопления от взаимного положения источник – защита – детектор в расчетах не учитывать. Считать облучение передне-задним.

Вариант № 10 (ДЗ)

№ 1 Активность точечного изотропного источника ^{65}Zn составляет 10^9 Бк. Оператор (персонал гр.А) работает с этим источником по 4 часа в день в течение недели, находясь на расстоянии 1 м от источника. Определить эффективную дозу за неделю. Облучение считать передне-задним, изменением активности источника в течение недели можно пренебречь.

№ 2 Определить мощность экспозиционной дозы на расстоянии 1,2 м от источника, керма-эквивалент которого равен 4,5 нГр·м^2/с.

№ 3 Труба, имеющая диаметр 3,6 см, проходит вдоль стены на протяжении 4 м. Определить мощность воздушной кермы на расстоянии 2 м от середины трубы перпендикулярно к стене, если по трубе протекает радиоактивный раствор ^{137}Cs с удельной активностью $5\cdot10^4$ Бк/л. Поглощение и рассеяние γ-квантов в растворе, стенах трубы и в воздухе не учитывать.

№ 4 Требуется заказать контейнер для хранения точечного изотропного источник ^{60}Co активностью $5\cdot10^{10}$ Бк. Мощность воздушной кермы на поверхности контейнера не должна превышать 90 нГр/с. Рассчитать необходимую толщину защитной стенки контейнера, предполагая, что материал сейфа а) железный; б) свинцовый. Источник и детектор находятся на одной прямой, перпендикулярно поверхности стенки, на расстоянии 50 см друг от друга.

Вариант № 11 (ДЗ)

№ 1. При работе с радиоактивным препаратом ^{32}P плотность потока β-частиц на руки оператора (персонал гр. А) составляет 400 част./(см^2·с). Будет ли превышен годовой предел дозы, если выполнение этой работы составляет 20 часов в неделю? Считать, что облучаются только кисти рук.

№ 2 Измеренная мощность воздушной кермы на расстоянии 2 м от источника ^{137}Cs составила 5 мкГр/с. Определить керма-эквивалент источника.

№ 3 Удельная активность радиоактивного пятна (радиус 3 м), образованного раствором радионуклида ^{137}Cs равна 10^5 Бк/см^2. Рассчитать эффективную дозу за 6 ч работы, если рабочее место находится на расстоянии 5 м от центра пятна. Считать облучение изотропным, расчет провести для высоты 0,6 м над уровнем пола.

№ 4 Точечный изотропный источник, представляющий смесь продуктов деления с общим керма-эквивалентом 5 (нГр·м^2)/с (эффективная энергия γ-квантов смеси 0,6 МэВ) хранится в свинцовом сейфе, стенки которого с внешней стороны обиты железом толщиной 5,05 см. Определить мощность воздушной кермы на расстоянии 1 м от источника. Толщина свинцовой стенки 3,75 см, источник находится в центре сейфа. Принять релаксационный коэффициент $\alpha_{Pb\text{-}Fe} = 0{,}08$ и параметр $C_{Pb\text{-}Fe} = 0{,}75$.

Вариант № 12 (ДЗ)

№ 1 Активность точечного изотропного источника ^{137}Cs составляет 10^9 Бк. Допустимо ли находиться персоналу гр.Б в данном помещении в течение 12 ч в неделю, если работы проводятся на расстоянии 2 м от источника? Облучение происходит в изотропной геометрии.

№ 2 Определить керма-эквивалент источника ^{65}Zn, имеющего активность 15 мКи.

№ 3 Мощность воздушной кермы, измеренная над центром радиоактивного пятна радиусом 5 м на высоте 1 м от центра пятна составила 20 мкГр/ч. Чему равна удельная поверхностная активность, если пятно образовалось при разливе радиоактивного раствора ^{54}Mn?

№ 4 Сколько часов в неделю можно работать с точечным изотропным источником $^{137}Cs+^{137m}Ba$ активностью $2\cdot10^{10}$ Бк, находящимся за защитой из 1,7 см Pb и 17 см бетона, чтобы средняя годовая эффективная доза не превысила 20 мЗв/год? Персонал группы А находится на расстоянии 0,8 м от источника, геометрия облучения считается передне-задней.

Вариант № 13 (ДЗ)

№ 1 Мощность воздушной кермы, измеренная на расстоянии 1 м от точечного изотропного источника ^{137}Cs составляет 5 нГр/с. Определить расстояние от источника, на котором можно безопасно работать оператору (персонал гр. А, 36-часовая рабочая неделя). Принять, что облучение происходит в передне-задней геометрии, а доза равномерно распределена по году.

№ 2 Определить керма-эквивалент источника ^{131}I, имеющего активность 10 мКи.

№ 3 Диаметр радиоактивного пятна при разливе радиоактивного раствора ^{59}Fe составляет 7 м. Найти мощность экспозиционной дозы на высоте 1 м над центром пятна, если активность раствора составляет 10^7 Бк.

№ 4 На расстоянии 2 м от точечного изотропного источника ^{60}Co мощность воздушной кермы равна 1 мкГр/с. Какой толщины должна быть защита из бетона, при которой персонал гр. А может работать по 20 часов в неделю в течение года на расстоянии 1 м от источника? Слой половинного ослабления в геометрии широкого пучка для бетона принять равным 8 см.

Вариант № 14 (ДЗ)

№ 1 Определить мощность экспозиционной дозы на расстоянии 0,5 м от источника, гамма-эквивалент которого равен 10 г-экв. Ra.

№ 2 Какую концентрацию может иметь в воздухе рабочего помещения ^{239}Pu, находящийся в медленнорастворимых соединениях, чтобы персонал гр. А мог работать в этом помещении 1500 часов в год?

№ 3 Мощность воздушной кермы на высоте 1 м над центром пятна, загрязненным ^{137}Cs, составила 0,13 мГр/ч. Чему равна общая активность загрязненного участка, если пятно имеет форму круга диаметром 4 м?

№ 4 Точечный изотропный источник ^{137}Cs активностью $5\cdot10^{10}$ Бк находится за защитным слоем свинца толщиной 4,3 см. Допустимо ли работать персоналу гр. А по 36 часов в неделю в течение года, находясь на расстоянии 1,5 м от источника? Считать геометрию облучения передне-задней, доза распределяется равномерно в течение года.

Вариант № 15 (ДЗ)

№ 1 На каком расстоянии от точечного изотропного источника ^{60}Co, имеющего активность 10^8 Бк следует работать оператору, чтобы не был превышен годовой дозовый предел (для персонала гр..А)? Работа осуществляется 36 часов в неделю в геометрии ПЗ.

№ 2 Аэрозоли коррозионного происхождения ^{60}Co (70 %) и ^{58}Co (30 %) через органы дыхания поступили в организм работника за год в количестве 5 мкг. Чему равна ожидаемая эффективная доза внутреннего облучения, если поступившие аэрозоли относятся к группе «М»?

№ 3 Объемная активность ^{60}Co в водяном паре, протекающем по трубопроводу диаметром 10 см, в момент остановки реактора составляет 10^3 Бк/л. Трубопровод расположен по окружности радиусом 3 м. Чему равна мощность воздушной кермы в центре круга?

№ 4 Точечный изотропный источник ^{60}Co, имеющий активность $8\cdot10^7$ Бк, находится за защитой из железа толщиной 7,1 см. На каком расстоянии от источника должен работать персонал гр. А 30 часов в неделю, чтобы не превышались допустимые уровни облучения? Считать, что облучение в передне-задней геометрии, доза равномерно распределяется по году.

Вариант № 16

№ 1 В воздухе на высоте уровня моря за счет ионизирующей компоненты вторичных частиц космического излучения образуется ~ 2,1 пар ионов в 1 см^3/с. Определить поглощенную дозу и керму в воздухе за год, если на образование одной пары ионов в воздухе требуется 33,85 эВ.

№ 2 Вычислить мощность дозы β-излучения в легочной ткани (ρ = 0,25 г/см^3) на расстоянии 1 мм от «горячей» частицы ^{90}Sr-^{90}Y активностью 10^{-9} Ки.

№ 3 Найти плотность потока γ-квантов, испускаемых линейным источником в точках, расположенных на оси источника и перпендикулярно источнику.

№ 4 Первые слои защитного материала ядерного реактора состоят последовательно из 25 см железа, 30 см графита (ρ = 1,3 г/см^3), 20 см воды и 8 см свинца. Определить общую кратность ослабления нейтронов с E_n > 3 МэВ указанными слоями защиты. Сечение выведения для воды 0,097 см$^{-1}$.

Вариант № 17

№ 1 Рассчитать керма-постоянную источника $^{137}Cs+^{137m}Ba$. Учесть характеристическое излучение КХ. Схема распада $^{137}Cs+^{137m}Ba$ представлена на рис. 2. 1.

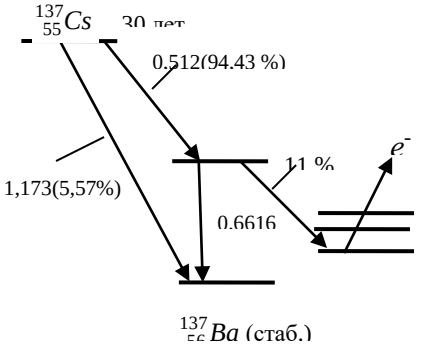


Рис. 2.1. Схема распада $^{137}_{55}Cs$

№ 2 Найти отношение дозы β-излучения к дозе γ-излучения в мягкой биологической ткани на расстоянии 1 мм от точечного источника ^{24}Na.

№ 3 В результате аварии произошел разлив радиоактивного раствора ^{54}Mn, имеющего активность q = 10^7 Бк. Диаметр радиоактивного пятна на местности 5 м. Во сколько раз будет превышена мощность экспозиционной дозы $\frac{\dot{X} + \dot{X}_ф}{\dot{X}_ф}$ относительно фона $\dot{X}_ф$ = 12 мкР/ч на высоте h = 1 м над центром пятна?

№ 4 Точечный изотропный источник нейтронов спектра деления помещен в бак с водой. Во сколько раз уменьшится мощность поглощенной дозы быстрых нейтронов, измеренная в воде на расстоянии 1,2 м от источника, если между источником и детектором вблизи источника ввести пластину из железа толщиной 12 см.

Вариант № 18

№ 1 Рассчитать ионизационную гамма-постоянную ^{60}Co, если относительный выход γ-квантов с энергией 2,158 и 0,825 МэВ составляет 9 и 91 % соответственно.

№ 2 Какова будет эффективная доза в однородном изотропном смешанном гамма-нейтронном поле излучения, если в любой точке поля экспозиционная доза γ-излучения составляет 0,15 Р, а флюенс нейтронов $3 \cdot 10^5$ нейтр./см^2. Энергия γ-квантов – 300 кэВ, нейтронов – 8 МэВ.

№ 3 Мощность воздушной кермы над пятном радиусом R = 3 м и на высоте h = 1 м над центром пятна, загрязненным ^{60}Co, составила $\dot{K}$ = 0,131 мГр/ч. Чему равна общая активность q загрязненного участка?

№ 4 Источник спектра деления интенсивностью 10^9 нейтр./с находится на глубине 9 см в контейнере из свинца толщиной 5 см. Чему равна мощность эффективной дозы от нейтронов с E_n > 2 МэВ в точке, находящейся на поверхности воды.

Вариант № 19

№ 1 В бесконечной воздушной среде помещен точечный изотропный источник ^{137}Cs активностью 10^{10} Бк. Найти плотность потока энергии нерассеянных фотонов на расстоянии 100 м от источника.

№ 2 Определить мощность эффективной дозы γ-квантов на расстоянии 3 м от источника ^{137}Cs+^{137m}Ba активностью 40 МБк. Учесть только γ-кванты с энергией 0,662 МэВ

.

№ 3 Рассчитать защиту из воды в бесконечной геометрии, ослабляющую по поглощенной дозе в воздухе излучение точечного изотропного источника фотонов с энергией 3 МэВ в 2000 раз.

№ 4 Во сколько раз изменится мощность эффективной дозы от нейтронов с E_n > 2 МэВ в точке, находящейся на поверхности воды в бассейне глубиной 80 см, если вблизи источника поместить пластину из свинца толщиной 10 см. Глубина бассейна при этом не меняется. Источник нейтронов спектра деления.

Вариант № 20

№ 1 Источник ^{51}Cr имеет активность 10^8 Бк. Найти флюенс фотонов на расстоянии 50 см за год.

№ 2 Мощность поглощенной дозы изотропного фотонного излучения с энергией 2 МэВ в воздухе в условиях электронного равновесия заряженных частиц равна 15 мГр/ч. Определить соответствующую ей мощность эффективной дозы.

№ 3 Рассчитать толщину железного экрана при работе с источником ^{137}Cs, если необходимо снизить интенсивность γ-излучения в $1{,}25 \cdot 10^4$ раз. Решить задачу с использованием слоев ослабления.

№ 4 Определить кратность ослабления плотности потока нейтронов с E_n > 2 МэВ плоского мононаправленного источника нейтронов спектра деления в железной пластине толщиной 40 см.

Вариант № 21

№ 1 Определить флюенс фотонного излучения за время облучения 5 ч, если в начальный момент в точке детектирования плотность потока фотонов источника $^{24}_{11}Na$ составляла $2 \cdot 10^6 \ \frac{1}{см^2 \cdot с}$.

№ 2 Оператор облучается изотропно фотонами, имеющими энергию 1,5 МэВ и плотность потока 10^3 фотон/(см^2·с). Чему равна эффективная доза, полученная оператором за шесть часов облучения?

№ 3 Какой толщины должна быть железная защита для уменьшения мощности воздушной кермы точечного изотропного источника ^{131}I активностью $3{,}7 \cdot 10^{10}$ Бк до 0,007 мкГр/с на расстоянии 0,6 м? Зависимость фактора накопления от взаимного расположения источника, защиты и детектора не учитывать.

№ 4 В центре сферы радиусом 1 м, заполненной свинцовой дробью (ρ = 7,4 г/см^3), помещен точечный изотропный источник нейтронов с E_n = 14,9 МэВ мощностью $8 \cdot 10^7$ нейтр./с. Определить плотность потока нейтронов с E_n > 2 МэВ на удалении 65 см от источника.

Вариант № 22

№ 1 Рассчитать плотность потока γ-квантов на расстоянии 1 м от точечного изотропного источника ^{60}Co активностью 10^{10} Бк.

№ 2 Оператор (персонала группы А) подвергается воздействию смешанного облучения: плотность потока тепловых нейтронов составляет 10^3 нейтр./(см^2·с), быстрых (E_n > 1 МэВ) – 10^2 нейтр./(см^2·с), мощность экспозиционной дозы рассеянных γ-квантов со средней энергией 200 кэВ составляет 0,2 мР/ч. Считая облучение равномерным и изотропным, определить эффективную дозу за 3 часа работы.

№ 3 Рассчитать кратность ослабления дозы γ-квантов ^{137}Cs в гетерогенной защите, состоящей последовательно из 3,45 см железа и 3 см свинца для точечного изотропного источника. Источник и детектор помещены на одной нормали к барьеру вплотную к защите с противоположных сторон. При расчете фактора накопления гетерогенной защиты по уточненной формуле Д.Л.Бродера (5.6) принять C_{Fe+Pb} = 2,1 и α_{Fe-Pb} = 1,12.

№ 4 Определить толщину защиты из кадмия, необходимую для ослабления плотности потока тепловых нейтронов от точечного изотропного источника мощностью $15 \cdot 10^{11}$ нейтр./(см^2·с) до предельно допустимого значения.

Вариант № 23

№ 1 Найти линейный коэффициент ослабления моноэнергетических γ-квантов, проходящих через алюминий, если известно, что 1 см алюминия ослабляет узкий пучок γ-квантов в 6 раз. Какова энергия этих γ-квантов? Рассеяние в материале не учитывать.

№ 2 Мощность воздушной кермы, создаваемой источником γ-квантов со средней энергией 0,5 МэВ составляет 10 мкГр/ч. Рассчитать эффективную дозу, полученную оператором за 36 часов работы, если считать, что облучение оператора происходит в передне-задней геометрии.

№ 3 Защита из 15 см железа удовлетворяет требованию допустимых условий работы с точечным изотропным источником ^{137}Cs. На сколько сантиметров надо увеличить железную защиту, если активность источника увеличилась в 8 раз?

№ 4 Определить кратность ослабления плотности потока быстрых нейтронов деления слоем воды толщиной 1 м. Источник плоский изотропный.

Вариант № 24

№ 1 Флюенс фотонов от источника ^{59}Fe в точке детектирования составил $1{,}0 \cdot 10^{12}$ 1/см^2. Найти начальную активность источника, если облучение длилось 3 месяца.

№ 2 Плотность потока γ-квантов на рабочем месте в помещении постоянного пребывания персонала гр. А от источников ^{54}Mn и ^{60}Co равной активности в сумме составляет 10^5 фотон/(см^2·с), пучок плоско-параллельный, геометрия облучения – ПЗ. Чему равны эффективная доза E и эквивалентная доза на кожу $\dot{H}$ (0,07), полученные оператором в течение 1 часа работы?

№ 3 Точечный источник ^{51}Cr расположен за защитой из воды толщиной 25,8 см и обеспечивает кратность ослабления воздушной кермы в 1,75 раза. Определить фактор накопления, используя таблицы и аналитическую формулу Тэйлора.

№ 4 Определить кратность ослабления плотности потока тепловых нейтронов плоского мононаправленного источника (нормальное падение) листом кадмия толщиной 1 мм.

Вариант № 25

№ 1 Определить, сколько свинца ^{206}Pb образовалось из 1 кг ^{238}U за время существования Земли ($4{,}5 \cdot 10^9$ лет).

№ 2 Рассчитать керма-постоянную источника $^{137}Cs+^{137m}Ba$. Учесть характеристическое излучение КХ. Схема распада $^{137}Cs+^{137m}Ba$ представлена на рис. 2. 1.

№ 3 Аэрозоли коррозионного происхождения ^{60}Co (70%) и ^{58}Co (30%) через органы дыхания поступили в организм работника за год в количестве 5 мкг. Чему равна ожидаемая эффективная доза внутреннего облучения, если поступившие аэрозоли относятся к группе «М»?

№ 4 Работая с удлиненными механическими манипуляторами, оператор находится на расстоянии 3 м от точечного изотропного источника ^{60}Co. Раньше, находясь на расстоянии 1 м от источника, оператор работал с нуклидом, погружая его в воду на глубину 0,3 м, что обеспечивало безопасные условия работы. Есть ли необходимость применять защиту при работе с новым манипулятором? В расчетах пренебречь зависимостью фактора накопления от взаимного положения источник – защита – детектор.

Критерии и шкала оценивания

Домашнее задание считается выполненным при условии решения всех 4 предложенных заданий одного из вариантов.
Все решенные задания в каждом варианте суммарно оцениваются 20 баллами: каждое задание, в зависимости от степени решения задачи, оценивается от 5 до 3 баллов каждое.

Оценка	Баллы
Отлично	от 18 до 20 баллов
Хорошо	от 15 до 17 баллов
Удовлетворительно	от 10 до 14 баллов
Неудовлетворительно	Менее 10 баллов

Критерии оценивания расчетной задачи:	Баллы:
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1) правильно записаны формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи выбранным	**5**

способом; 2) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ (с указанием единиц измерения). При этом допускается решение «по частям» (с промежуточными вычислениями).	
Представленное решение содержит п.1 полного решения, но и имеет один из следующих недостатков: В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка ИЛИ Необходимые математические преобразования и вычисления логически верны, не содержат ошибок, но не закончены. ИЛИ Не представлены преобразования, приводящие к ответу, но записан правильный числовой ответ или ответ в общем виде ИЛИ Решение содержит ошибку в необходимых математических преобразованиях и не доведено до числового ответа.	**4**
Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев: Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа. ИЛИ В решение отсутствует одна из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В одной из исходных формул, необходимых для решения задачи (ил утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.	**3**
ВСЕ случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 (4, 3, 2) балла.	**0**

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»

Специальность	**14.05.01 Ядерные реакторы и материалы**
Образовательная программа	**Ядерные реакторы**
Дисциплина	**Дозиметрия и защита от ионизирующих излучений**

Комплект тестовых заданий

Рейтинговый тест №1

Вариант 1

1. Атомное ядро – это
- А) центральная массивная часть атома, состоящая из протонов и электронов
- **Б) центральная массивная часть атома, состоящая из протонов и нейтронов**
- В) центральная массивная часть атома, состоящая из протонов, электронов и нейтронов

2. Ядро с определенными параметрами (A,Z) называют
- А) нуклоном
- Б) **нуклидом**
- В) нейтроном

3. Атомное ядро – это
- **А)** центральная массивная часть атома, состоящая из протонов и электронов
- **Б) центральная массивная часть атома, состоящая из протонов и нейтронов**
- **В)** центральная массивная часть атома, состоящая из протонов, электронов и нейтронов

4. Какую характеристику ядра атома называют зарядовым числом?
- А) Число электронов вокруг ядра
- **Б) Число протонов в ядре**
- В) Число нуклонов, формирующих ядро

5. Радиоактивность – это
А) превращение стабильных ядер в нестабильные под действием внешнего излучения.

Б) ядерное превращение с изменением только энергетического состояния ядра.
В) самопроизвольное превращение нестабильных ядер атома, сопровождающееся испусканием излучения (корпускулярного или гамма-излучения).

6. Излучение, в поле которого любые направления распространения частиц и фотонов являются равновероятными называют
А) мононаправленным
Б) моноэнергетическим
В) изотропным

7. Характеристики источников ионизирующего излучения
А) активность, период полураспада, постоянная распада, выход частиц
Б) поток частиц, плотность потока частиц, флюенс, линейный коэффициент ослабления, линейная передача энергии, фактор накопления
В) активность, период полураспада, фактор накопления

8. Что такое постоянная распада?
А) Число распадов в единицу времени
Б) Вероятность распада в единицу времени
В) Величина, характеризующая скорость распада

9. Характеристики полей ионизирующего излучения
А) активность, период полураспада, постоянная распада, выход частиц
Б) поток частиц, плотность потока частиц, флюенс, линейный коэффициент ослабления, линейная передача энергии, фактор накопления
В) активность, период полураспада, фактор накопления

10. Взаимодействие фотонного излучения с веществом, при котором энергия фотонов в поле ядра переходит в энергию покоя и кинетическую энергию электрона и позитрона, называется
А) комптон-эффектом
Б) образованием электрон-позитронной пары
В) фотоэффектом

11. Наибольшей проникающей способностью обладает излучения
А) бета (β) - излучение
Б) гамма (γ) - излучение
В) альфа (α)– излучение

12. Средняя энергия ионизации составляет
А) 34 эВ Б) 34 кэВ В) 34 МэВ

13. Активность радионуклида в источнике (образце) – это….
А) отношение числа dN_0 спонтанных (самопроизвольных) ядерных превращений, происходящих в источнике (образце), к массе этого источника (образца) dm.
Б) отношение числа ионизирующих частиц dN, проникающих в элементарную сферу, к площади центрального сечения dS этой сферы.
В) отношение числа dN_0 спонтанных (самопроизвольных) ядерных превращений, происходящих в источнике (образце) за интервал времени dt, к этому интервалу.

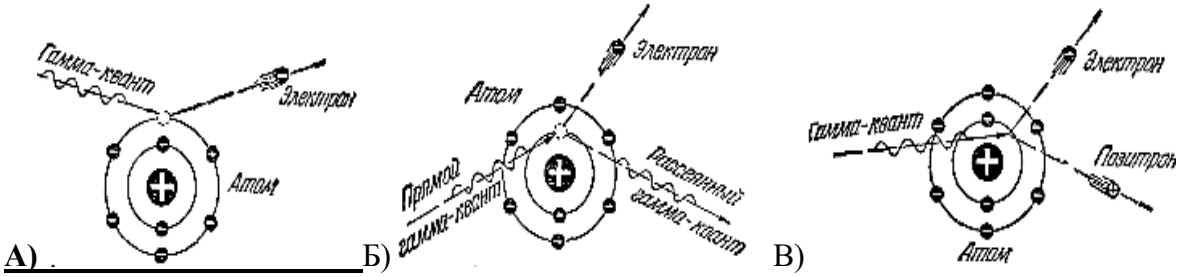
14. Определить период полураспада $T_{1/2}$ и постоянную распада λ радионуклида, если за сутки его активность уменьшилась на 75 %.

А) $\lambda = 1{,}6\cdot10^{-5}$ с$^{-1}$; $T_{1/2}$ = 0,5 сут;

Б) $\lambda = 1{,}6$ с$^{-1}$; $T_{1/2}$ = 0,5 с;

В) $\lambda = 1{,}6\cdot10^{-2}$ с$^{-1}$; $T_{1/2}$ = 0,5 час;

15. Что такое фотоэлектрическое поглощение?



А) Б) В)

16. Комптон-эффект - это

А) взаимодействие фотонов с атомами поглотителя, при котором фотон полностью отдает свою энергию орбитальному электрону и прекращает свое существование.

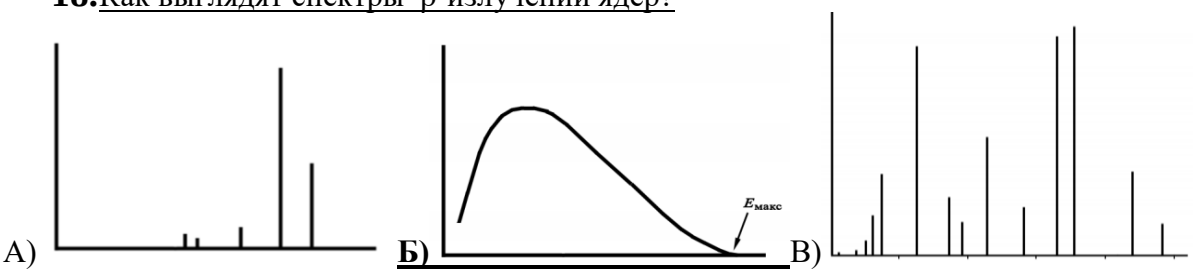
Б) взаимодействие фотонного излучения с веществом, при котором энергия фотонов в поле ядра переходит в энергию покоя и кинетическую энергию электрона и позитрона.

В) упругое столкновение фотонного излучения со свободными или слабо связанными электронами внешней оболочки атома, при котором фотон передает часть своей энергии самому электрону и изменяет направление своего движения.

17. Пороговая энергия эффекта образования электрон-позитронной пары в поле ядра при взаимодействии γ-излучения с веществом

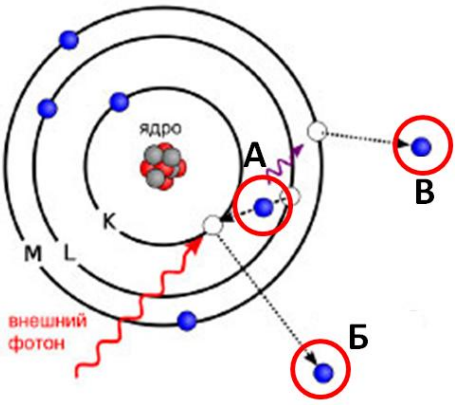
А) 2,044 МэВ **Б) 1,022 МэВ** В) 1,022 кэВ

18. Как выглядят спектры β-излучений ядер?



А) **Б)** В)

19. Оже-эффект. Показать на схеме Оже-электрон.



20. Указать соответствующие энергии нейтронов

быстрые нейтроны	1–200 кэВ
промежуточные нейтроны	от 200 кэВ до 20 МэВ
надтепловые нейтроны	менее 0,25 эВ
тепловые нейтроны	от 0,25 эВ до 1кэВ

Рейтинговый тест №1

Вариант 2

Ядра с одинаковым Z называют

А) изотопами
Б) изобарами
В) изотонами

2. Что определяет химические свойства атома?

А) Строение внешних электронных оболочек атома
Б) Размер атома
В) Энергия связи нуклонов в ядре

3. Что определяет ядерно-физические свойства атома?

А) Энергия связи нуклонов в ядре
Б) Массы покоя нейтрона и протона
В) Энергия покоя ядра

4. Какую характеристику ядра атома называют массовым числом?

А) Массу ядра, выраженную в а.е.м.
Б) Порядковый номер элемента в периодической системе элементов
В) Число нуклонов, формирующих ядро

5. Укажите набор изотопов

А) ^{40}Ar, ^{40}K, ^{40}Ca.
Б) $^{15}_{7}N$ и $^{14}_{6}C$
В) $^{16}_{8}O$, $^{17}_{8}O$, $^{18}_{8}O$

6. Ядра, характеризующиеся ограниченным временем жизни, называются

А) стабильными
Б) короткоживущими
В) радиоактивными

7. Что такое радиоактивный распад?

А) Спонтанное изменение состава ядра и/или энергетического состояния путем испускания частиц и/или фотонов

Б) Спонтанное изменение энергетического состояния ядра

В) Спонтанное изменение состава ядра путем испускания частиц и/или фотонов

8. Что такое период полураспада?

А) Промежуток времени, в течение которого ядро распадается наполовину

Б) Промежуток времени, соответствующий половине времени жизни радионуклида

В) Промежуток времени, в течение которого в среднем распадается половина имеющихся в данный момент ядер

9. Ионизирующее излучение – это…

А) любой вид излучения, взаимодействие которого со средой приводит к образованию ионов разных знаков.

Б) любой вид излучения, взаимодействие которого со средой приводит к образованию ионов одинаковых знаков.

В) излучение, состоящее из ионов разного знака, взаимодействие которого со средой приводит к появлению радиоактивности в молекулах данного вещества.

10. Флюенс частиц (фотонов) Ф –

А) отношение ожидаемого числа частиц (фотонов) *dN*, пересекающих поверхность маленькой сферы за время облучения, к площади поперечного сечения этой сферы *dS*

Б) отношение потока частиц (dF), проникающих в элементарную сферу к площади центрального сечения данной сферы (dS).

В) отношение числа частиц (dN), проходящих через данную поверхность за интервал времени (dt) к этому интервалу

11. Как изменяется число радиоактивных ядер в источнике со временем?

А) $N(t) = N_0 \cdot \exp(-\lambda t)$.

Б) $N(t) = N_0 \cdot \exp(\lambda t)$

В) $N(t) = N_0 \cdot \exp(\lambda / t)$

12. β^- - распаду подвержены

А) нейтроноизбыточные ядра

Б) нейтронодефицитные ядра

В) ядра с одинаковым числом нейтронов и протонов

13. β^+ - распад ядра возможен, когда для энергии распада Q_β выполняется следующее условие

А) $$Q_\beta = \left(M_a(A,Z) - M_a(A,Z+1)\right)c^2 > 0;$$

Б) $$Q_\beta = \left(M_a(A,Z) - M_a(A,Z-1) - 2m\right)c^2 > 0;$$

В) $$Q_\beta = \left(M_a(A,Z) - M_a(A,Z-1)\right)c^2 - \varepsilon_e > 0,$$

14. Какие основные законы сохранения выполняются при ядерных превращениях?

А) Законы сохранения энергии и импульс

Б) Законы сохранения зарядового числа и массового числа

В) Законы сохранения барионного числа и лептонного числа

15. Какие преобразования происходят при α-распаде?
   А) (A,Z)→ (A-2,Z-1)+ (2,1)
   Б) (A,Z)→ (A-2,Z-4)+ (2,4)
   В) (A,Z)→ (A-4,Z-2)+ (4,2)

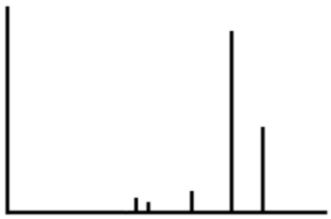
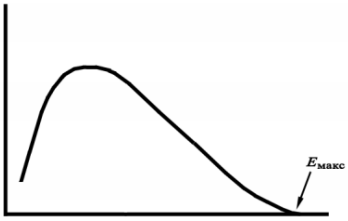
16. Внутренняя конверсия – это
   А) Явление, наблюдаемое при переходе возбуждённого атомного ядра в состояние с меньшей энергией, когда высвобождаемая энергия передается одному из электронов того же атома
   Б) Явление, наблюдаемое при переходе возбуждённого атомного ядра в состояние с меньшей энергией, когда высвобождаемая энергия излучается в виде γ-кванта
   В) Явление, наблюдаемое при переходе метастабильного атомного ядра в основное состояние, когда высвобождаемая энергия излучается в виде γ-кванта

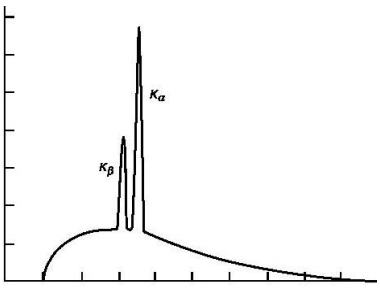
17. Чем сопровождаются переходы между различными возбужденными состояниями ядра?
   А) Испусканием γ-кантов
   Б) Испусканием конверсионных электронов
   В) Оба ответа являются справедливыми

18. Ядра, идентичные по нуклонному составу, находящиеся в разных метастабильных возбужденных состояниях называются
   А) нуклидами
   Б) изотопами
   В) изомерами

19. Что такое спектр излучения?
   А) Энергетическое распределение частиц
   Б) Распределение частиц по массам
   В) Группа излучаемых частиц, обладающих одинаковой энергией

20. Как выглядят спектры α-излучения ядер?

А)  Б) 

В) 

Рейтинговый тест №2

Вариант 1

1. Дозиметрические величины, являющиеся непосредственно определяемыми в измерениях величинами, предназначенными для оценки нормируемых величин при радиационном контроле
   А) базовые физические величины
   Б) нормируемые величины
   В) операционные величины

2. Мера риска возникновения отдаленных последствий облучения всего тела человека и отдельных его органов с учетом их радиочувствительности

А) Поглощенная доза

Б) Эквивалентная доза

В) Эффективная доза

3. Рассчитать поглощенную и эквивалентную дозы от смешанного источника излучения, если доза от гамма-излучения 1 рад, от бета-излучения – 10 рад, от альфа-излучения – 1 рад и от быстрых нейтронов – 1 рад.

А) *D=13 рад, H=31 бэр*

Б) *D=13 бэр, H=31 рад*

В) *D=13 рад, H=13 бэр*

4. Вредные биологические эффекты облучения, не имеющие дозового порога, вероятность возникновения которых пропорциональна дозе , а тяжесть их проявления не зависит от дозы.

А) Стохастические эффекты

Б) Детерминированные эффекты

В) Фотоэффекты

5. Риск возникновения стохатических эффектов облучения в зависимости от дозы ионизирующего облучения описывается:

А) Квадратичной функцией

Б) Экспоненциальной функцией

В) Линейной беспороговой моделью

6. Радиобиологический парадокс – это

А) Несоответствие между малым количеством поглощенной энергии излучения и степенью реакции биологического объекта, вплоть до летального исхода.

Б) Разложение химических соединений под действием ионизирующих излучений

В) Ограничение функциональной активности и гибель значительного количества клеток от больших доз облучения

7. Керма – это

А) величина энергии ионизирующего излучения, переданная веществу. Выражается как отношение энергии излучения, поглощённой в данном объёме, к массе вещества в этом объёме.

Б) сумма начальных кинетических энергий всех заряженных частиц, освобождённых незаряженным ионизирующим излучением (таким как фотоны или нейтроны) в образце вещества, отнесённая к массе образца.

В) средняя доля энергии, переданной электронам, которая теряется через тормозное излучение

8. Укажите вид ИИ, коэффициент качества которого имеет наибольшее значение:

А) нейтронное

Б) бета-излучение

В) альфа-излучение

9. Коэффициент качества излучения зависит от:

А) массы облучаемого вещества

Б) вида ионизирующего излучения

В) природы облучаемого вещества

10. Детерминированные эффекты при аварии на АЭС обычно проявляются

А) развитием острой лучевой болезни

Б) повышенной частотой раковых заболеваний

В) в появлении у лиц репродуктивного возраста потомства с наследственными заболеваниями и пороками развития

Г) развитием хронической лучевой болезни

11. Рентген – это единица

А) поглощенной дозы

Б) эквивалентной дозы

В) экспозиционной дозы

12. Относительная биологическая эффективность – это отношение поглощенной дозы образцового излучения D_0, вызывающего определенный биологический эффект, к поглощенной дозе данного излучения D_X, вызывающего такой же биологический эффект. В качестве образцового излучения на практике принимается

А)электронное **Б) рентгеновское** В) α-излучение

13. Состояние взаимодействия фотонного излучения с веществом, при котором суммарная кинетическая энергия всех электронов, входящих в рассматриваемый объем вещества, равна суммарной кинетической энергии электронов, покидающих его, называется

А) фотонным равновесием

Б) энергетическим равновесием

В) электронным равновесием

14. Экспозиционная доза – это:

А) дозовая характеристика фотонного излучения, равная абсолютному значению полного заряда ионов одного знака, которые образуются в воздухе при полном торможении электронов и позитронов, освобождаемых фотонами в единице массы воздуха.

Б) величина, равная поглощённой дозе в ткани или органе, умноженной на коэффициент качества данного вида излучения, отражающий способность излучения повреждать ткани организма.

В) основная дозиметрическая величина, характеризующая фотонное излучение и равная отношению средней энергии, переданной ионизирующим излучением веществу в элементарном объеме, к массе вещества в этом объеме.

15. Эквивалентная доза – это

А) величина, равная поглощённой дозе в ткани или органе, умноженной на коэффициент качества данного вида излучения, отражающий способность излучения повреждать ткани организма.

Б) дозовая характеристика фотонного излучения, равная абсолютному значению полного заряда ионов одного знака, которые образуются в воздухе при полном торможении электронов и позитронов, освобождаемых фотонами в единице массы воздуха.

В) величина, равная отношению энергии ионизирующего излучения, поглощенной элементом облучаемого вещества, к массе этого элемента.

16. Какие эффекты излучения называют генетическими?

А) Эффекты воздействия радиации на человека, возникающие в организме человека, который подвергался облучению и проявляются через сравнительно короткий промежуток времени после облучения (часы, дни).
Б) Эффекты воздействия радиации на человека, возникающие в организме человека, который подвергался облучению и проявляются через несколько лет или даже десятилетий
В) Эффекты воздействия радиации на человека связанные с повреждением генетического аппарата и проявляющиеся в следующем или последующих поколениях

17. Единица измерения эффективной дозы в СИ
А) Грей
Б) Зиверт
В) Рентген

18. Расчет мощности экспозиционной дозы $\dot{X}$ на расстоянии r от данного источника с известной активностью A

А) $\dot{X} = \frac{A \cdot \Gamma_X}{r^2}$ Б) $\dot{X} = \frac{r^2 \cdot \Gamma_X}{A}$ В) $\dot{X} = \frac{A \cdot \Gamma_X}{r}$

19. Какие биологические эффекты излучения являются основными при облучении людей с дозами менее 1 Гр:
А) Стохастические
Б) Соматические
В) Детерминированные

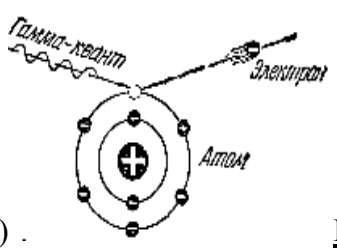
20. Легкие человека облучают γ-квантами и тепловыми нейтронами. Поглощенная доза γ-квантов составила 3 мкГр, а нейтронов – 4 мкГр. Чему равна эквивалентная доза в легких?
А) 83 мкЗв Б) 7 мкЗв **В) 23 мкЗв**

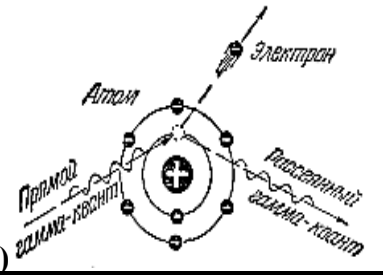
Рейтинговый тест №2

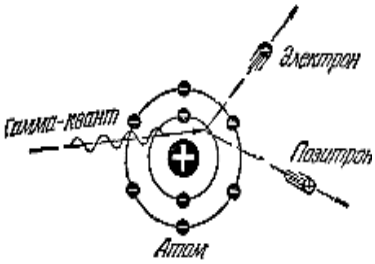
Вариант 2

1. Корпускулярное ионизирующее излучение.
А) альфа (α), гамма (γ) - излучение
Б) гамма (γ), бета (β) - излучение
В) альфа (α), бета (β)– излучение

2. Что такое комптоновское рассеяние?

А) 

Б) 

В) 

3. Единица активности в системе СИ

А) Беккерель Б) Кюри В) Зиверт

4. Излучение, состоящее из незаряженных частиц, способных создавать непосредственно ионизирующее излучение и (или) вызывать ядерные превращения.

А) Непосредственно ионизирующее излучение

Б) Косвенно ионизирующее излучение

5. Защита от ионизирующего излучения – это …

А) состояние защищенности настоящего и будущих поколений людей от вредного для их здоровья воздействия ионизирующего излучения.

Б) комплекс физических, технических и организационных мероприятий, направленных на снижение уровня излучения на заданном объекте, в заданной точке или области пространства до заданной величины.

В) определение радиационной обстановки в технологических помещениях АЭС, выбор материалов защиты, толщины стен помещений с оборудованием контуров.

6. Как связаны доза и флюенс излучения в веществе?

А)	**В поле непосредственно ионизирующего излучения**	***1.***	$D=\int_0^\infty E'_c\left(\frac{dN_P}{dE'_c}\right)dE'_c$
Б)	***В поле косвенно ионизирующего излучения***	2.	$D=\sum E_\gamma \mu_{en,m}\left(E_\gamma\right)\Phi\left(E_\gamma\right)$
В)	В поле фотонного излучения в условиях электронного равновесия	**3.**	$D=\int_0^\infty L\left(E_c\right)\frac{d\Phi\left(E_c\right)}{dE_c}dE_c$

7. Защита расстоянием от ионизирующего излучения: …

А) с увеличением расстояния уменьшается мощность излучения

Б) с увеличением расстояния уменьшается гамма-постоянная данного радионуклида

В) с увеличением расстояния от источника уменьшается активность препарата

8. Излучение с низкой ЛПЭ

А) фотоны, электроны, быстрые протоны

Б) α-частицы, медленные протоны

В) все вышеперечисленные частицы

9. Плотноионизирующее излучение

А) ЛПЭ > 10 кэВ/мкм

Б) ЛПЭ < 10 кэВ/мкм

В) ЛПЭ > 100 кэВ/мкм

10. Что определяет радиочувствительность клеток биологической ткани?

А) РНК

Б) Ядерная мембрана

В) ДНК

11. Клеточная мутация возможна в случае

А) Правильной репарации повреждений ДНК
Б) Репродуктивной гибели клетки
В) **Ошибочной репарации повреждений ДНК**

12. Биологический эффект, для которого предполагается существование порога, ниже которого эффект отсутствует, а выше - тяжесть эффекта зависит от дозы
    А) Стохастический
    Б) Детерминированный
    В) Генетический

13. При каких минимальных дозах облучения всего тела фотонами возможна преждевременная смерть в результате развития детерминированных эффектов?
    А) 1 Гр
    Б) 4 Гр
    В) 10 Гр

14. Биологический эффект, возникающий при любых дозах облучения, вероятность появления которого растет с увеличением дозы
    А) Стохастический
    Б) Детерминированный
    В) Генетический

15. В качестве пороговой дозы для практических целей используют величину
    А) LD_0
    Б) LD_{05}
    В) LD_{95}

16. Период скрытого развития заболевания, отделяющий воздействие ионизирующей радиации на организм от проявления эффекта в виде диагностируемого заболевания называют
    А) Периодом реабилитации
    Б) Латентным периодом
    В) Периодом угасания

17. Поглощенная доза в ткани при облучении потоком тепловых нейтронов составляет 100 мкГр. Какими должны быть поглощенные дозы в ткани фотонного и α-излучений для получения эквивалентного биологического эффекта?
    А) 500 мкГр и 25 мкГр
    Б) 500 мкГр и 100 мкГр
    В) 100 мкГр и 25 мкГр

18. Что лежит в основе предположения о беспороговом действии ионизирующего излучения?
    А) Постоянное присутствие в жизни человека техногенных источников излучения
    Б) Существование природного радиационного фона
    В) Особенности генетического наследия

19. Согласно МКРЗ, в области малых доз зависимость «доза–эффект» представляет собой
    А) Экспоненциальную зависимость
    Б) Обратно пропорциональную зависимость
    В) простую пропорциональность между дозой и риском

20. Чему равна поглощенная доза в биологической ткани при соблюдении электронного равновесия, если экспозиционная доза составляет 1 Р (СИ)?

А) 0,873 рад

Б) $8{,}73 \cdot 10^{-3}$ Дж/кг

В) 33,85 Гр

Критерии оценивания компетенций (результатов):

Тест считается выполненным при условии правильного решения не менее 60% предложенных заданий одного из вариантов.

Описание шкалы оценивания:

Все решенные задания в каждом варианте суммарно оцениваются 2 баллами: задания 1-20 – 1 балл каждое (минимум 12 баллов).