

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ОСНОВЫ ФИЗИКИ ЗАЩИТЫ

2 Семестр

Раздел 1 Характеристики полей и источников ионизирующих излучений. Нормирование в области ионизирующих излучений

1.1 Контроль по итогам (КИ) - 8 Неделя

КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

РАЗДЕЛ 1.

1.ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ

Для оценки уровня усвоения учебного материала при изучении студентами дисциплины используется рейтинговая система. Рейтинг студента складывается из баллов, которые он получает при выполнении контрольных испытаний. Контрольные испытания, предусмотренные в данном курсе представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Код	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
T1	Тест	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Фонд тестовых заданий
KP1	Контрольная работа	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект контрольных заданий по вариантам
D31	Домашнее задание	Домашнее задание. Средство проверки умений применять полученные знания для решения комплексных задач. Полностью решенной считается задача, в которой правильно написан ответ в виде формулы, а также имеется правильный численный ответ.	Комплект контрольных заданий

T1. Тест - система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося. Тест состоит из 14 вопросов с 4 вариантами ответов. За каждый верный ответ начисляется 1 балл.

KP1. Контрольная работа – средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу. Контрольные работы проводятся письменно. Время выполнения контрольных работ два академических часа.

Критерии оценки:

5 выставляется студенту, если решено [90, 100] % заданий из контрольной работы;

4 выставляется студенту, если решено [70, 90] % заданий из контрольной работы;

3 выставляется студенту, если решено [60, 70] % заданий из контрольной работы;

2 выставляется студенту, если решено [0, 60] % заданий из контрольной работы.

При необходимости, эта оценка линейным преобразованием переносится на 25 бальную шкалу.

ДЗ1. Домашнее задание (ДЗ) выдается и контролируется на каждом семинарском занятии в соответствии со следующим планом. Выполняется письменно, текущая проверка проводится путем устного опроса на каждом семинаре. Полная проверка ДЗ проводится в конце семестра. Наличие выполненных домашних заданий является необходимым условием получения аттестации по разделам дисциплины.

В конце освоения дисциплины студент сдает экзамен, где ему предлагается ответить в устной форме на два вопроса из списка вопросов к экзамену.

К экзамену допускаются студенты, имеющие рейтинг выше соответствующего порогового значения. Пороговое значение текущего рейтинга для допуска к экзамену – 30 баллов.

Оценки, получаемые студентами в рамках курса, выставляются на основе текущего рейтинга студента на смотре текущей успеваемости (семестровый контроль на 8 неделе) в соответствии с диапазонами, указанными в таблице 2.

Таблица 2.

Оценка по 5-бальной шкале	Сумма баллов за разделы	Оценка ECTS
5 – «отлично»	90-100	A
4 – «хорошо»	85-89	B
	75-84	C
	70-74	D
	65-69	
3 – «удовлетворительно»	60-64	E
	Ниже 60	F

Расшифровка уровня знаний, соответствующего полученным баллам, дается в таблице указанной ниже

Оценка по 5-бальной шкале – оценка по ECTS	Сумма баллов за разделы	Требования к знаниям на устном зачёте
«отлично» – A	90 ÷ 100	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
«хорошо» – D, C, B	70 ÷ 89	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
«удовлетворительно» – E, D	60 ÷ 69	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
«неудовлетворительно»	менее 60	Оценка «неудовлетворительно» выставляется

– F	студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.
--------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Планируемые результаты обучения – знания, умения и навыки, характеризующие этапы формирования компетенций и обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения образовательной программы.

<i>Код и наименование компетенции</i>	<i>Код и наименование индикатора достижения компетенции</i>
ПК-2 Способен проводить математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований	З-ПК-2 знать методы математического моделирования процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований; У-ПК-2 уметь использовать методы математического моделирования процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований; В-ПК-2 владеть навыками математического моделирования процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований;

- 1) Знать: физические процессы формирования дозовых характеристик полей излучений; основные параметры источников излучений, необходимые для расчетов дозовых характеристик полей излучений; принципы и подходы к нормированию и установлению предельно-допустимых уровней облучения человека; физику процессов прохождения фотонного излучения в веществе; инженерные способы расчетов доз фотонного излучения за защитой и методы определения безопасных условий работы с источниками фотонного излучения.
- 2) Уметь: оценивать приближенными методами дозовые характеристики полей фотонного излучения и определять условия радиационной безопасности при работе с источниками ионизирующих излучений, проектировать оптимальные конструкции защиты, обеспечивающие условия радиационной безопасности.
- 3) Владеть / быть в состоянии продемонстрировать способность использовать полученные знания для собственных разработок мер по обеспечению радиационной безопасности при работе с источниками ионизирующих излучений; анализировать уровень проектной документации с точки зрения оценки радиационного воздействия на объекты окружающей среды; разрабатывать оптимальные конструкции защитных сооружений.

3. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ПО РАЗДЕЛУ 1 для оценки знаний (З), умений (У) и навыков (В)

4.1. ТЕСТ №1 (Т1)

Вопросы

1. Дайте правильное определение величине - Керма.

А) Отношение суммы кинетических энергий всех заряженных частиц, освобожденных излучением в некотором объеме, к массе вещества, заключенного в этом объеме.

Б) Отношение суммы кинетических энергий всех заряженных частиц, освобожденных излучением в некотором объеме, к этому объему.

В) Средняя кинетическая энергия заряженных частиц, освобожденных излучением в некотором объеме

Г) отношение количества энергии dE любого вида ионизирующего излучения, переданного определенному объему вещества к величине массы dm вещества, заключенного в этом объеме.

2. Как определяется экспозиционная доза?

А) Экспозиционная доза равна отношению количества энергии dE любого вида ионизирующего излучения, переданного определенному объему вещества к величине массы dm вещества, заключенного в этом объеме.

$$X = dE/dm.$$

Б) Экспозиционная доза равна отношению суммы кинетических энергий всех заряженных частиц, освобожденных излучением в некотором объеме, к этому объему. $X = K/V$

В) Экспозиционная доза равна абсолютному значению полного заряда ионов одного знака, которые образуются в воздухе при нормальных условиях при полном торможении всех электронов и позитронов, освобожденных фотонным излучением в определенном объеме воздуха, отнесенному к массе этого воздуха:

$$X = Q/m,$$

Г) Экспозиционная доза равна абсолютному значению полного заряда ионов одного знака, которые образуются в газообразном веществе при нормальных условиях при полном торможении всех электронов и позитронов, освобожденных фотонным излучением в определенном объеме воздуха, отнесенному к массе этого воздуха:

$$X = Q/m,$$

3. Укажите правильную формулу вычисления керма-постоянную с помощью квантовых выходов фотонов.

А) $\Gamma_{\delta} = \dot{K} r^2 / \mathcal{A}$

$$\Gamma_{\delta} = \frac{\mathcal{A} \sum_{i=1}^m E_{0,i} n_i \mu_{tr,m,i} 1,602 \cdot 10^{-13}}{4 \pi r^2} \cdot \frac{r^2}{\mathcal{A}} \cdot 10^{18}$$

Б)

В) $\Gamma = \dot{X} r^2 / \mathcal{A}$

Г) $\Gamma_{\delta} = \Gamma_{\delta_1} + \sum_{i=2}^l \Gamma_{\delta_i} \eta_i(t)$

4. Укажите правильные соотношения векового равновесия.

A) $N_1(t) = N_{10} e^{-\lambda_1 t}$

Б) $N_2(t) = \frac{N_{10} \lambda_1}{\lambda_2 - \lambda_1} (e^{-\lambda_1 t} - e^{-\lambda_2 t})$

В) $A_n(t) = N_{10} \sum_{i=1}^n c_i e^{-\lambda_i t}$

Г) $\frac{N_1}{N_2} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{T_{1/2}^{(1)}}{T_{1/2}^{(2)}}$

5. Чему равна постоянная распада, радиоактивных атомов нуклида ^{32}P , если за 3 сут его активность уменьшилась на 13,5%. Продуктом распада является стабильный нуклид ^{32}S .

A) $3.3 \times 10^{-7} \text{c}^{-1}$

Б) $1.9 \times 10^{-5} \text{c}^{-1}$

В) $5.6 \times 10^{-7} \text{c}^{-1}$

Г) $12.1 \times 10^{-3} \text{c}^{-1}$

6. Сколько ^{210}Po с периодом полураспада 138,4 сут распадется через 20 сут от исходного количества 2 мг?

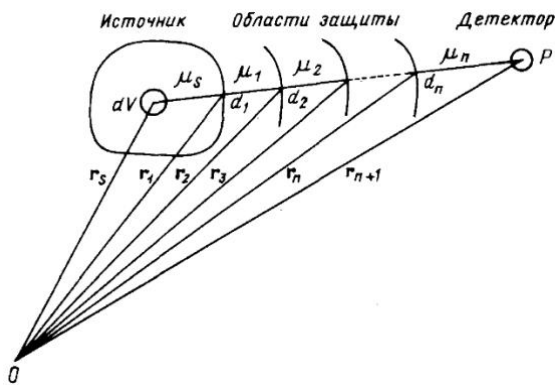
A) 0.19 мг

Б) 1.2 мг

В) 2.3 мг

Г) 5.0 мг

7. Как выглядит выражение определения интенсивности излучения объемного источника с учетом только геометрического ослабления



A)

$$I = \int_V \frac{q_V(\mathbf{r}_s) dV(\mathbf{r}_s)}{4\pi |\mathbf{r}_{n+1} - \mathbf{r}_s|^2}$$

Б)

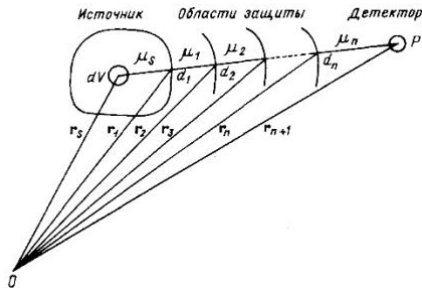
$$I = \int_V \frac{q_V(\mathbf{r}_s) \exp[-\sum \mu_i |\mathbf{r}_i - \mathbf{r}_s|] dV(\mathbf{r}_s)}{4\pi |\mathbf{r}_{n+1} - \mathbf{r}_s|^2}$$

В)

$$I = \int_V \frac{q_V(\mathbf{r}_s) \exp[-\mu_s |\mathbf{r}_1 - \mathbf{r}_s|] \exp\left[-\sum_{i=1}^n \mu_i |\mathbf{r}_{i+1} - \mathbf{r}_i|\right]}{4\pi |\mathbf{r}_{n+1} - \mathbf{r}_s|^2} dV(\mathbf{r}_s)$$

Г) Все ответы верны

8. Как выглядит выражение определения интенсивности излучения объемного источника с учетом геометрии и самопоглощения в источнике



А)

$$I = \int_V \frac{q_V(\mathbf{r}_s) dV(\mathbf{r}_s)}{4\pi |\mathbf{r}_{n+1} - \mathbf{r}_s|^2}$$

Б)

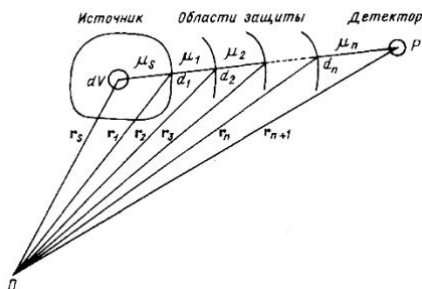
$$I = \int_V \frac{q_V(\mathbf{r}_s) \exp[-\mu_s |\mathbf{r}_1 - \mathbf{r}_s|]}{4\pi |\mathbf{r}_{n+1} - \mathbf{r}_s|^2} dV(\mathbf{r}_s)$$

В)

$$I = \int_V \frac{q_V(\mathbf{r}_s) \exp[-\mu_s |\mathbf{r}_1 - \mathbf{r}_s|] \exp\left[-\sum_{i=1}^n \mu_i |\mathbf{r}_{i+1} - \mathbf{r}_i|\right]}{4\pi |\mathbf{r}_{n+1} - \mathbf{r}_s|^2} dV(\mathbf{r}_s)$$

Г) Все ответы верны

9. Как выглядит выражение определения интенсивности излучения объемного источника с учетом геометрии, самопоглощения в источнике и ослабления в гетерогенной n-слойной композиции.



А)

$$I = \int_V \frac{q_V(\mathbf{r}_s) dV(\mathbf{r}_s)}{4\pi |\mathbf{r}_{n+1} - \mathbf{r}_s|^2}$$

Б)

$$I = \int_V \frac{q_V(\mathbf{r}_s) \exp[-\mu_s |\mathbf{r}_1 - \mathbf{r}_s|]}{4\pi |\mathbf{r}_{n+1} - \mathbf{r}_s|^2} dV(\mathbf{r}_s)$$

В)

$$I = \int_V \frac{q_V(\mathbf{r}_s) \exp[-\mu_s |\mathbf{r}_1 - \mathbf{r}_s|] \exp\left[-\sum_{i=1}^n \mu_i |\mathbf{r}_{i+1} - \mathbf{r}_i|\right] dV(\mathbf{r}_s)}{4\pi |\mathbf{r}_{n+1} - \mathbf{r}_s|^2}$$

Г) Все ответы верны

10. Укажите правильное выражение ослабления интенсивности излучения изотропного точечного источника на расстоянии r .

А)

$$I = \frac{q \exp(-\mu r)}{4\pi r^2} B(\mu r, E)$$

Б)

$$I = \frac{q \exp(-\mu r)}{4\pi} B(\mu r, E)$$

В)

$$I = \frac{q \exp(-\mu r)}{4\pi r^2}$$

Г)

$$I = \frac{q \exp(-\mu r)}{4\pi}$$

11. Фотопоглощение наиболее значимо при взаимодействии гамма-излучения

А) Высокой энергии с тяжелыми веществами

Б) Низкой энергии с тяжелыми веществами

В) Высокой энергии с легкими веществами

Г) Низкой энергии с легкими веществами

12. Что общего между комптоновским рассеянием фотонов и упругим рассеянием нейтронов?

А) Сечения обоих процессов непрерывно уменьшаются с увеличением начальной энергии частиц.

Б) Сечения обоих процессов не зависят от атомного номера вещества.

В) Сечения обоих процессов не зависят от атомного веса вещества.

Г) Наличие жесткой связи между углом рассеяния и энергией частицы после рассеяния.

13. Что показывает интегральная мощность источника?

А) Количество энергии, испускаемой источником в единицу времени

Б) Количество энергии, выделяющейся в источнике в единицу времени

В) Количество частиц, испускаемых источником в единицу времени

Г) Количество частиц, пересекающих границу источника в единицу времени

14. Макроскопическое сечение взаимодействия имеет размерность

$\text{см}^{-1} \text{МэВ}^{-1}$;

см^{-1} ;
 $\text{см}^2 \text{г}^{-1} \text{МэВ}^{-1}$
 $\text{см}^2 \text{г}^{-1}$

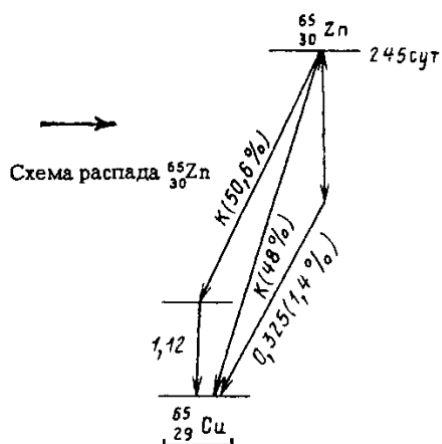
Таблица правильных ответов на Тест №1

	А)	Б)	В)	Г)
1.	x			
2.			x	
3.		x		
4.				x
5.			x	
6.	x			
7.	x			
8.		x		
9.			x	
10.			x	
11.		x		
12.				x
13.			x	
14.		x		x

4.4. КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА №1 (КР1)

Вариант 1.

1. Законы радиоактивного распада ядер. Условие векового равновесия.

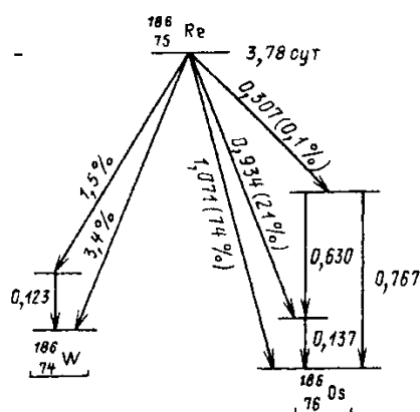


2.

Рассчитать активность точечного изотропного радионуклида ^{65}Zn по схеме распада, если в нем образуется 3.5×10^7 фотон/с. Аннигиляционное излучение в расчетах не учитывать.

3. Определить $J(\mathbf{r})$, если

$$\varphi(\mathbf{r}, \Omega) = \begin{cases} \varphi(\mathbf{r}) \cos \theta / \pi, & \cos \theta \geq 0 \\ 0, & \cos \theta < 0, \end{cases}$$



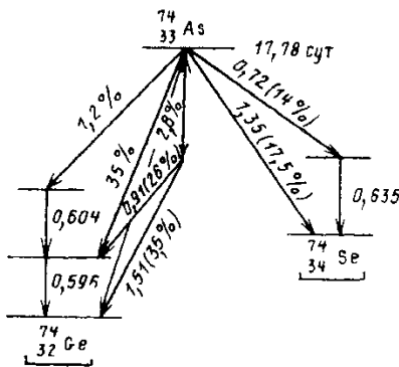
Вариант 2.

1. Керма-постоянная радионуклидного источника

- Определить число β -частиц, испускаемых в 1 мин точечным изотропным радионуклидом ^{186}Re массой 2,56 нг, используя изображенную на рис. схему распада ^{186}Re .
- Пусть проекция на нормаль угловой плотности тока частиц, $\text{см}^2\text{хсхср}^{-1}$, выходящих через поверхности вблизи точки r , выражается формулой $J_k = 10^{13}\mu^2$, где μ - косинус угла между направлением вылета частиц и нормалью к поверхности. Определить плотность потока частиц. J_k^+ .

Вариант 3.

- Радионуклидные источники нейтронов.



- Рассчитать активность точечного изотропного нуклида ^{74}As , схема распада которого приведена на рис. , если в нем образуется $3,5 \times 10^7$ фотон/с. Аннигиляционное излучение в расчетах не учитывать.

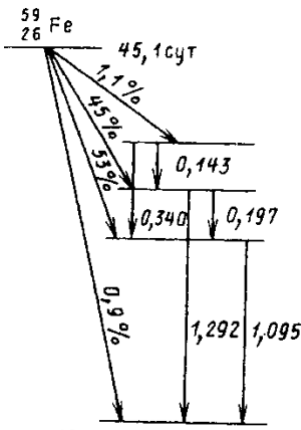
- Пусть в заданной точке пространства r угловая плотность потока частиц изотропна, т.е. выражается формулой

$$\varphi(r, \Omega) = \varphi(r) / 4\pi$$

- Определить плотность потока в положительную полусферу направлений

Вариант 4.

- Основные задачи физики защиты.



- Рассчитать активность точечного изотропного нуклида ^{59}Fe , схема распада которого приведена на рис. , если в нем образуется $3,5 \times 10^7$ фотон/с. Аннигиляционное излучение в расчетах не учитывать.

- Определить плотность потока частиц на высоте H над геометрическим центром плоского прямоугольного косинусоидального источника размером $a \times b$ с единичной поверхностью $J_k^+ = 1 \text{ см}^2\text{хс}^{-1}$.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ РУБЕЖНОГО КОНТРОЛЯ

Методика проведения оценивания студентов на рубежном контроле (аттестации раздела) основывается на «Семестровом контроле» (СК). Для успешного прохождения рубежного контроля (аттестации раздела) студенту необходимо пройти все формы текущего контроля и набрать в среднем не менее 15 баллов. Если студент набрал менее 15 баллов, то он считается не аттестованным по данному разделу и должен пересдать раздел на экзамене.

1.2 Контроль по итогам (КИ) - 8 Неделя

7 Семестр

КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Физика защиты

РАЗДЕЛ 1.

1.ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ

Для оценки уровня усвоения учебного материала при изучении студентами дисциплины используется рейтинговая система. Рейтинг студента складывается из баллов, которые он получает при выполнении контрольных испытаний. Контрольные испытания, предусмотренные в данном курсе представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Код	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
T1	Тест	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Фонд тестовых заданий
KP1	Контрольная работа	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект контрольных заданий по вариантам
D31	Домашнее задание	Домашнее задание. Средство проверки умений применять полученные знания для решения комплексных задач. Полностью решенной считается задача, в которой правильно написан ответ в виде формулы, а также имеется правильный численный ответ.	Комплект контрольных заданий

T1. Тест - система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося. Тест состоит из 14 вопросов с 4 вариантами ответов. За каждый верный ответ начисляется 1 балл.

KP1. Контрольная работа – средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу. Контрольные работы проводятся письменно. Время выполнения контрольных работ два академических часа.

Критерии оценки:

5 выставляется студенту, если решено [90, 100] % заданий из контрольной работы;

4 выставляется студенту, если решено [70, 90] % заданий из контрольной работы;

3 выставляется студенту, если решено [60, 70] % заданий из контрольной работы;

2 выставляется студенту, если решено [0, 60] % заданий из контрольной работы.

При необходимости, эта оценка линейным преобразованием переносится на 25 бальную шкалу.

ДЗ1. Домашнее задание (ДЗ) выдается и контролируется на каждом семинарском занятии в соответствии со следующим планом. Выполняется письменно, текущая проверка проводится путем устного опроса на каждом семинаре. Полная проверка ДЗ проводится в конце семестра. Наличие выполненных домашних заданий является необходимым условием получения аттестации по разделам дисциплины.

В конце освоения дисциплины студент сдает экзамен, где ему предлагается ответить в устной форме на два вопроса из списка вопросов к экзамену.

К экзамену допускаются студенты, имеющие рейтинг выше соответствующего порогового значения. Пороговое значение текущего рейтинга для допуска к экзамену – 30 баллов.

Оценки, получаемые студентами в рамках курса, выставляются на основе текущего рейтинга студента на смотре текущей успеваемости (семестровый контроль на 8 неделе) в соответствии с диапазонами, указанными в таблице 2.

Таблица 2.

Оценка по 5-бальной шкале	Сумма баллов за разделы	Оценка ECTS
5 – «отлично»	90-100	A
4 – «хорошо»	85-89	B
	75-84	C
	70-74	D
3 – «удовлетворительно»	65-69	E
	60-64	F
2 – «неудовлетворительно»	Ниже 60	F

Расшифровка уровня знаний, соответствующего полученным баллам, дается в таблице указанной ниже

Оценка по 5-бальной шкале – оценка по ECTS	Сумма баллов за разделы	Требования к знаниям на устном зачёте
«отлично» – A	90 ÷ 100	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
«хорошо» – D, C, B	70 ÷ 89	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
«удовлетворительно» – E, D	60 ÷ 69	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической

		последовательности в изложении программного материала.
«неудовлетворительно» – F	менее 60	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Планируемые результаты обучения – знания, умения и навыки, характеризующие этапы формирования компетенций и обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения образовательной программы.

<i>Код и наименование компетенции</i>	<i>Код и наименование индикатора достижения компетенции</i>
ПК-2 Способен проводить математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований	3-ПК-2 знать методы математического моделирования процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований; У-ПК-2 уметь использовать методы математического моделирования процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований; В-ПК-2 владеть навыками математического моделирования процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований;

- 1) Знать: физические процессы формирования дозовых характеристик полей излучений; основные параметры источников излучений, необходимые для расчетов дозовых характеристик полей излучений; принципы и подходы к нормированию и установлению предельно-допустимых уровней облучения человека; физику процессов прохождения фотонного излучения в веществе; инженерные способы расчетов доз фотонного излучения за защитой и методы определения безопасных условий работы с источниками фотонного излучения.
- 2) Уметь: оценивать приближенными методами дозовые характеристики полей фотонного излучения и определять условия радиационной безопасности при работе с источниками ионизирующих излучений, проектировать оптимальные конструкции защиты, обеспечивающие условия радиационной безопасности.
- 3) Владеть / быть в состоянии продемонстрировать способность использовать полученные знания для собственных разработок мер по обеспечению радиационной безопасности при работе с источниками ионизирующих излучений; анализировать уровень проектной документации с точки зрения оценки радиационного воздействия на объекты окружающей среды; разрабатывать оптимальные конструкции защитных сооружений.

3. АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Формой аттестации по дисциплине «Физика защиты» является:

- Экзамен (Э)

4. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ПО РАЗДЕЛУ 1 для оценки знаний (З), умений (У) и навыков (В)

4.1. ТЕСТ №1 (Т1)

Проверяемые компетенции	Вопросы
ПК-2	<p>11. Дайте правильное определение величине - Керма.</p> <p>А) Отношение суммы кинетических энергий всех заряженных частиц, освобожденных излучением в некотором объеме, к массе вещества, заключенного в этом объеме.</p> <p>Б) Отношение суммы кинетических энергий всех заряженных частиц, освобожденных излучением в некотором объеме, к этому объему.</p> <p>В) Средняя кинетическая энергия заряженных частиц, освобожденных излучением в некотором объеме</p> <p>Г) отношение количества энергии dE любого вида ионизирующего излучения, переданного определенному объему вещества к величине массы dm вещества, заключенного в этом объеме.</p> <p>12. Как определяется экспозиционная доза?</p> <p>А) Экспозиционная доза равна отношению количества энергии dE любого вида ионизирующего излучения, переданного определенному объему вещества к величине массы dm вещества, заключенного в этом объеме. $X = dE/dm$.</p> <p>Б) Экспозиционная доза равна отношению суммы кинетических энергий всех заряженных частиц, освобожденных излучением в некотором объеме, к этому объему. $X = K/V$</p> <p>В) Экспозиционная доза равна абсолютному значению полного заряда ионов одного знака, которые образуются в воздухе при нормальных условиях при полном торможении всех электронов и позитронов, освобожденных фотонным излучением в определенном объеме воздуха, отнесенному к массе этого воздуха: $X = Q/m$,</p> <p>Г) Экспозиционная доза равна абсолютному значению полного заряда ионов одного знака, которые образуются в газообразном веществе при нормальных условиях при полном торможении всех электронов и позитронов, освобожденных фотонным излучением в определенном объеме воздуха, отнесенному к массе этого воздуха: $X = Q/m$,</p> <p>13. Укажите правильную формулу вычисления керма-постоянную с помощью квантовых выходов фотонов.</p> <p>А) $\Gamma_0 = K \tau^2 / A$.</p>

$$\Gamma_{\delta} = \frac{\mathcal{A} \sum_{i=1}^m E_{0_i} n_i \mu_{tr, m, i} 1,602 \cdot 10^{-13}}{4 \pi r^2 1} \cdot \frac{r^2}{\mathcal{A}} \cdot 10^{18}$$

Б)

$$\Gamma = \dot{X} r^2 / \mathcal{A}$$

В)

$$\Gamma_{\delta} = \Gamma_{\delta_1} + \sum_{i=2}^l \Gamma_{\delta_i} \eta_i(t)$$

Г)

14. Укажите правильные соотношения векового равновесия.

А) $N_1(t) = N_{10} e^{-\lambda_1 t}$

Б) $N_2(t) = \frac{N_{10} \lambda_1}{\lambda_2 - \lambda_1} (e^{-\lambda_1 t} - e^{-\lambda_2 t})$

В)

А) $N_n(t) = N_{10} \sum_{i=1}^n c_i e^{-\lambda_i t}$

В)

Г) $\frac{N_1}{N_2} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{T_{1/2}^{(1)}}{T_{1/2}^{(2)}}$

Г)

15. Чему равна постоянная распада, радиоактивных атомов нуклида ^{32}P , если за 3 сут его активность уменьшилась на 13,5%. Продуктом распада является стабильный нуклид ^{32}S .

А) $3.3 \times 10^{-7} \text{c}^{-1}$

Б) $1.9 \times 10^{-5} \text{c}^{-1}$

В) $5.6 \times 10^{-7} \text{c}^{-1}$

Г) $12.1 \times 10^{-3} \text{c}^{-1}$

16. Сколько ^{210}Po с периодом полураспада 138,4 сут распадется через 20 сут от исходного количества 2 мг?

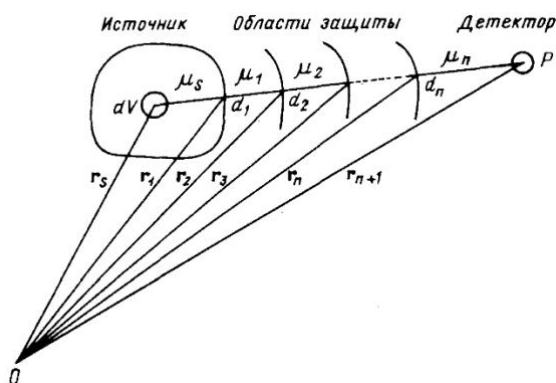
А) 0.19 мг

Б) 1.2 мг

В) 2.3 мг

Г) 5.0 мг

17. Как выглядит выражение определения интенсивности излучения объемного источника с учетом только геометрического ослабления



А)

$$I = \int_V \frac{q_V(\mathbf{r}_s) dV(\mathbf{r}_s)}{4\pi |\mathbf{r}_{n+1} - \mathbf{r}_s|^2}$$

Б)

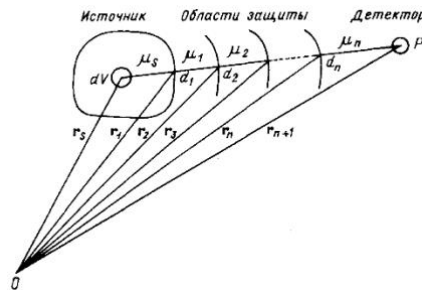
$$I = \int_V \frac{q_V(\mathbf{r}_s) \exp[-\mu_s |\mathbf{r}_1 - \mathbf{r}_s|] dV(\mathbf{r}_s)}{4\pi |\mathbf{r}_{n+1} - \mathbf{r}_s|^2}$$

В)

$$I = \int_V \frac{q_V(\mathbf{r}_s) \exp[-\mu_s |\mathbf{r}_1 - \mathbf{r}_s|] \exp\left[-\sum_{i=1}^n \mu_i |\mathbf{r}_{i+1} - \mathbf{r}_i|\right] dV(\mathbf{r}_s)}{4\pi |\mathbf{r}_{n+1} - \mathbf{r}_s|^2}$$

Г) Все ответы верны

18. Как выглядит выражение определения интенсивности излучения объемного источника с учетом геометрии и самопоглощения в источнике



А)

$$I = \int_V \frac{q_V(\mathbf{r}_s) dV(\mathbf{r}_s)}{4\pi |\mathbf{r}_{n+1} - \mathbf{r}_s|^2}$$

Б)

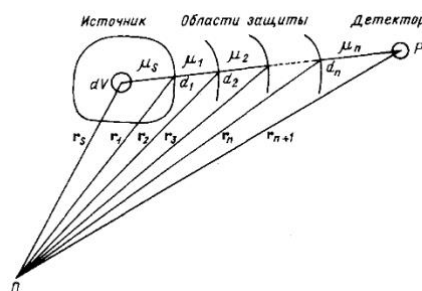
$$I = \int_V \frac{q_V(\mathbf{r}_s) \exp[-\mu_s |\mathbf{r}_1 - \mathbf{r}_s|] dV(\mathbf{r}_s)}{4\pi |\mathbf{r}_{n+1} - \mathbf{r}_s|^2}$$

В)

$$I = \int_V \frac{q_V(\mathbf{r}_s) \exp[-\mu_s |\mathbf{r}_1 - \mathbf{r}_s|] \exp\left[-\sum_{i=1}^n \mu_i |\mathbf{r}_{i+1} - \mathbf{r}_i|\right] dV(\mathbf{r}_s)}{4\pi |\mathbf{r}_{n+1} - \mathbf{r}_s|^2}$$

Г) Все ответы верны

19. Как выглядит выражение определения интенсивности излучения объемного источника с учетом геометрии, самопоглощения в источнике и ослабления в гетерогенной n-слойной композиции.



А)

$$I = \int_V \frac{q_V(\mathbf{r}_s) dV(\mathbf{r}_s)}{4\pi |\mathbf{r}_{n+1} - \mathbf{r}_s|^2}$$

Б)

$$I = \int_V \frac{q_V(\mathbf{r}_s) \exp[-\mu_s |\mathbf{r}_1 - \mathbf{r}_s|] dV(\mathbf{r}_s)}{4\pi |\mathbf{r}_{n+1} - \mathbf{r}_s|^2}$$

В)

$$I = \int_V \frac{q_V(\mathbf{r}_s) \exp[-\mu_s |\mathbf{r}_1 - \mathbf{r}_s|] \exp\left[-\sum_{i=1}^n \mu_i |\mathbf{r}_{i+1} - \mathbf{r}_i|\right] dV(\mathbf{r}_s)}{4\pi |\mathbf{r}_{n+1} - \mathbf{r}_s|^2}$$

Г) Все ответы верны

20. Укажите правильное выражение ослабления интенсивности излучения изотропного точечного источника на расстоянии r .

А)

$$I = \frac{q \exp(-\mu r)}{4\pi r^2} B(\mu r, E)$$

Б)

$$I = \frac{q \exp(-\mu r)}{4\pi} B(\mu r, E)$$

В)

$$I = \frac{q \exp(-\mu r)}{4\pi r^2}$$

Г)

$$I = \frac{q \exp(-\mu r)}{4\pi}$$

11. Фотопоглощение наиболее значимо при взаимодействии гамма-излучения

А) Высокой энергии с тяжелыми веществами

Б) Низкой энергии с тяжелыми веществами

В) Высокой энергии с легкими веществами

Г) Низкой энергии с легкими веществами

12. Что общего между комптоновским рассеянием фотонов и упругим рассеянием нейтронов?

А) Сечения обоих процессов непрерывно уменьшаются с увеличением начальной энергии частиц.

Б) Сечения обоих процессов не зависят от атомного номера вещества.

В) Сечения обоих процессов не зависят от атомного веса вещества.

Г) Наличие жесткой связи между углом рассеяния и энергией частицы после рассеяния.

13. Что показывает интегральная мощность источника?

	А) Количество энергии, испускаемой источником в единицу времени Б) Количество энергии, выделяющейся в источнике в единицу времени В) Количество частиц, испускаемых источником в единицу времени Г) Количество частиц, пересекающих границу источника в единицу времени 14. Макроскопическое сечение взаимодействия имеет размерность $\text{см}^{-1} \text{МэВ}^{-1}$; см^{-1} ; $\text{см}^2 \text{г}^{-1} \text{МэВ}^{-1}$ $\text{см}^2 \text{г}^{-1}$
--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

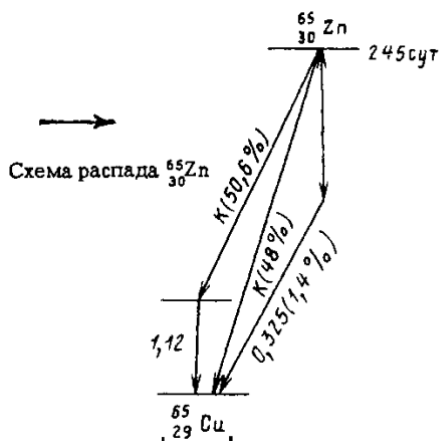
Таблица правильных ответов на Тест №1

	А)	Б)	В)	Г)
15.	x			
16.			x	
17.		x		
18.				x
19.			x	
20.	x			
21.	x			
22.		x		
23.			x	
24.			x	
25.		x		
26.				x
27.			x	
28.		x		x

4.4. КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА №1 (КР1)

Вариант 1.

4. Законы радиоактивного распада ядер. Условие векового равновесия.



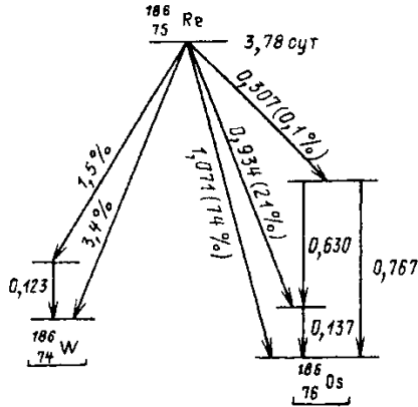
5. Рассчитать активность точечного изотропного радионуклида ^{65}Zn по схеме распада, если в нем образуется 3.5×10^7 фотон/с. Аннигиляционное излучение в расчетах не учитывать.

6. Определить $J(\mathbf{r})$, если

$$\varphi(\mathbf{r}, \Omega) = \begin{cases} \varphi(\mathbf{r}) \cos \theta / \pi, & \cos \theta \geq 0 \\ 0, & \cos \theta < 0, \end{cases}$$

Вариант 2.

4. Керма-постоянная радионуклидного источника

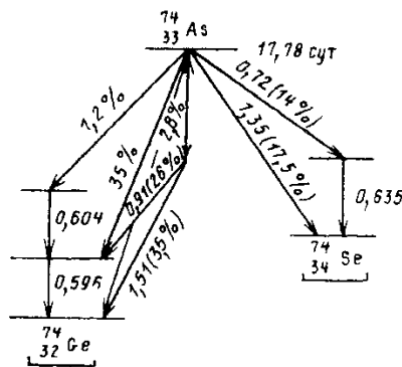


5. Определить число β -частиц, испускаемых в 1 мин точечным изотропным радионуклидом ^{186}Re массой 2,56 нг, используя изображенную на рис. схему распада ^{186}Re .

6. Пусть проекция на нормаль угловой плотности тока частиц, $\text{см}^2 \times \text{хсхср}^{-1}$, выходящих через поверхности вблизи точки r , выражается формулой $J_k = 10^{13} \mu^2$, где μ - косинус угла между направлением вылета частиц и нормалью к поверхности. Определить плотность потока частиц. J_k^+ .

Вариант 3.

4. Радионуклидные источники нейтронов.



5. Рассчитать активность точечного изотропного нуклида ^{74}As , схема распада которого приведена на рис. , если в нем образуется $3,5 \times 10^7$ фотон/с. Аннигиляционное излучение в расчетах не учитывать.

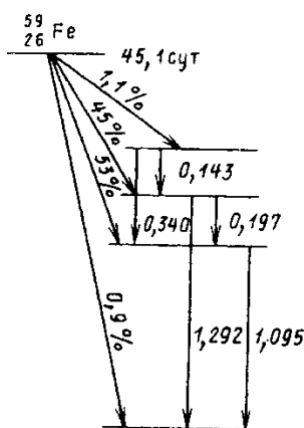
6. Пусть в заданной точке пространства r угловая плотность потока частиц изотропна, т.е. выражается формулой

$$\varphi(\mathbf{r}, \Omega) = \varphi(\mathbf{r}) / 4\pi$$

Определить плотность потока в положительную полушферу направлений

Вариант 4.

4. Основные задачи физики защиты.



5. Рассчитать активность точечного изотропного нуклида ^{59}Fe , схема распада которого приведена на рис. , если в нем образуется $3,5 \times 10^7$ фотон/с. Аннигиляционное излучение в расчетах не учитывать.

6. Определить плотность потока частиц на высоте H над геометрическим центром плоского прямоугольного

косинусоидального источника размером axb с единичной поверхностью $J_k^+ = 1 \text{ см}^2\text{хс}^{-1}$.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ РУБЕЖНОГО КОНТРОЛЯ

Методика проведения оценивания студентов на рубежном контроле (аттестации раздела) основывается на «Семестровом контроле» (СК). Для успешного прохождения рубежного контроля (аттестации раздела) студенту необходимо пройти все формы текущего контроля и набрать в среднем не менее 15 баллов. Если студент набрал менее 15 баллов, то он считается не аттестованным по данному разделу и должен пересдать раздел на экзамене.

Раздел 2 Инженерные методы расчета защиты

2.1 Контроль по итогам (КИ) - 15 Неделя

КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

РАЗДЕЛ 2.

1.ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ

Для оценки уровня усвоения учебного материала при изучении студентами дисциплины используется рейтинговая система. Рейтинг студента складывается из баллов, которые он получает при выполнении контрольных испытаний. Контрольные испытания, предусмотренные в данном курсе представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Код	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
T2	Тест	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Фонд тестовых заданий
KP2	Контрольная работа	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект контрольных заданий по вариантам
D32	Домашнее задание	Домашнее задание. Средство проверки умений применять полученные знания для решения комплексных задач. Полностью решенной считается задача, в которой правильно написан ответ в виде формулы, а также имеется правильный численный ответ.	Комплект контрольных заданий

T2. Тест - система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося. Тест состоит из 12 вопросов с 4 вариантами ответов. За каждый верный ответ начисляется 1 балл.

KP1. Контрольная работа – средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу. Контрольные работы проводятся письменно. Время выполнения контрольных работ два академических часа.

Критерии оценки:

5 выставляется студенту, если решено [90, 100] % заданий из контрольной работы;

4 выставляется студенту, если решено [70, 90] % заданий из контрольной работы;

3 выставляется студенту, если решено [60, 70] % заданий из контрольной работы;

2 выставляется студенту, если решено [0, 60] % заданий из контрольной работы.

При необходимости, эта оценка линейным преобразованием переносится на 25 бальную шкалу.

D31. Домашнее задание (ДЗ) выдается и контролируется на каждом семинарском занятии в соответствии со следующим планом. Выполняется письменно, текущая проверка проводится

путем устного опроса на каждом семинаре. Полная проверка ДЗ проводится в конце семестра. Наличие выполненных домашних заданий является необходимым условием получения аттестации по разделам дисциплины.

В конце освоения дисциплины студент сдает экзамен, где ему предлагается ответить в устной форме на два вопроса из списка вопросов к зачету/экзамену.

К экзамену допускаются студенты, имеющие рейтинг выше соответствующего порогового значения. Пороговое значение текущего рейтинга для допуска к экзамену – 30 баллов.

Оценки, получаемые студентами в рамках курса, выставляются на основе текущего рейтинга студента на смотре текущей успеваемости (семестровый контроль на 8 неделе) в соответствии с диапазонами, указанными в таблице 2.

Таблица 2.

Оценка по 5-балльной шкале	Сумма баллов за разделы	Оценка ECTS
5 – «отлично»	90-100	A
4 – «хорошо»	85-89	B
	75-84	C
	70-74	D
3 – «удовлетворительно»	65-69	D
	60-64	E
2 – «неудовлетворительно»	Ниже 60	F

Расшифровка уровня знаний, соответствующего полученным баллам, дается в таблице указанной ниже

Оценка по 5-балльной шкале – оценка по ECTS	Сумма баллов за разделы	Требования к знаниям на устном зачёте
«отлично» – A	90 ÷ 100	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
«хорошо» – D, C, B	70 ÷ 89	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
«удовлетворительно» – E, D	60 ÷ 69	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
«неудовлетворительно» – F	менее 60	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам,

		которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.
--	--	------------------------------------------------------------------------------------------------

2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Планируемые результаты обучения – знания, умения и навыки, характеризующие этапы формирования компетенций и обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения образовательной программы.

<i>Код и наименование компетенции</i>	<i>Код и наименование индикатора достижения компетенции</i>
ПК-2 Способен проводить математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований	3-ПК-2 знать методы математического моделирования процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований; У-ПК-2 уметь использовать методы математического моделирования процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований; В-ПК-2 владеть навыками математического моделирования процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований;

1) Знать: физические процессы формирования дозовых характеристик полей излучений; основные параметры источников излучений, необходимые для расчетов дозовых характеристик полей излучений; принципы и подходы к нормированию и установлению предельно-допустимых уровней облучения человека; физику процессов прохождения фотонного излучения в веществе; инженерные способы расчетов доз фотонного излучения за защитой и методы определения безопасных условий работы с источниками фотонного излучения.

2) Уметь: оценивать приближенными методами дозовые характеристики полей фотонного излучения и определять условия радиационной безопасности при работе с источниками ионизирующих излучений, проектировать оптимальные конструкции защиты, обеспечивающие условия радиационной безопасности.

3) Владеть / быть в состоянии продемонстрировать способность использовать полученные знания для собственных разработок мер по обеспечению радиационной безопасности при работе с источниками ионизирующих излучений; анализировать уровень проектной документации с точки зрения оценки радиационного воздействия на объекты окружающей среды; разрабатывать оптимальные конструкции защитных сооружений.

3. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ПО РАЗДЕЛУ 2

для оценки знаний (З), умений (У) и навыков (В)

4.1. ТЕСТ №2 (Т2)

Вопросы
1. Которое из приведенных выражений является формулой Тейлора для фактора накопления в гомогенных средах? А) $B(\mu d) = 1 + a\mu d \exp(b\mu d)$

Б) $B(\mu d) = A_1 \exp(-\alpha_1 \mu d) + (1 - A_1) \exp(-\alpha_2 \mu d)$.

В) $B(\mu d) = \sum_{n=0}^3 \beta_n (\mu d)^n$.

Г) $B(\mu d) = \sum_{n=0}^3 \beta_n (\mu d)^n$.

2. Как выглядит выражение определения плотности потока нейтронов в рамках метода длин релаксации в случае когда длина релаксации L не зависит от глубины проникновения d материала защиты?

А) $\varphi(d) = \varphi_0 \exp(-d/L)$,

Б) $\varphi(d) = \varphi_0 \exp\left(-\sum_{i=1}^m \Delta d_i / L_i\right)$

В) $\varphi(d) = \frac{q_0 f}{4\pi d^2} \exp\left(-\sum_{i=1}^m \Delta d_i / L_i\right)$

Г) все ответы верны

3. Как выглядит выражение определения плотности потока нейтронов в рамках метода длин релаксации с учетом отклонения от экспоненциальной формы для случая, когда длина релаксации L зависит от глубины проникновения d материала защиты?

А) $\varphi(d) = \varphi_0 \exp(-d/L)$,

Б) $\varphi(d) = \varphi_0 \exp\left(-\sum_{i=1}^m \Delta d_i / L_i\right)$

В) $\varphi(d) = \frac{q_0 f}{4\pi d^2} \exp\left(-\sum_{i=1}^m \Delta d_i / L_i\right)$

Г) все ответы верны

4. Концепция сечения выведения уместна для вычисления мощностей дозы

А) тепловых нейтронов в водородсодержащих средах

Б) тепловых нейтронов в любых средах

В) быстрых нейтронов в водородсодержащих средах

Г) быстрых нейтронов в любых средах

5. Какую функцию выполняет множитель $\delta_H(E)$ в выражении для расчета мощности эквивалентной дозы нейтронов в гомогенной среде?

$$\dot{H}_i(d) = \int_{E_{i,н}}^{E_{i,в}} \varphi(d, E) \delta_H(E) dE$$

А) коэффициент перехода от плотности потока φ к эквивалентной дозе

Б) коэффициент качества нейтронного излучения

В) математическая дельта функция

Г) коэффициент согласования размерности

6. Вторичное γ -излучение в защите от нейтронов возникает в результате

- А) радиационного захвата нейтронов ядрами среды и неупругого рассеяния на ядрах
- Б) реакции фотопоглощения атомами среды (γ, n)
- В) упругого рассеяния нейтронов на ядрах среды
- Г) все ответы верны

7. Который из приведенных формул рекомендуется использовать для определения минимальной толщины биологической ткани ($\rho=1 \text{ г/см}^3$, $A=15.7$), в которой поглощаются α -частицы с энергией 4.8 МэВ?

А) $R_B = 0,318 E_0^{3/2}$

Б) $R_A = \frac{1,78 \cdot 10^{-4}}{\rho} \sqrt[3]{A} \sqrt{E_0^3}$

В) $R_X = R_{Al} \frac{(Z/A)_{Al}}{(Z/A)_X}$

Г) $R = 0,52 E_0 - 0,09$

8. Который из приведенных формул рекомендуется использовать для определения минимальной толщины фильтра из алюминия при изменении энергии β -частиц от 0,5 до 3 МэВ в медицине для радиационной терапии с помощью γ -излучения нуклида $^{137}\text{Cs}+^{137m}\text{Ba}$.

А) $R_B = 0,318 E_0^{3/2}$

Б) $R_A = \frac{1,78 \cdot 10^{-4}}{\rho} \sqrt[3]{A} \sqrt{E_0^3}$

В) $R_X = R_{Al} \frac{(Z/A)_{Al}}{(Z/A)_X}$

Г) $R = 0,52 E_0 - 0,09$

9. Какую комбинацию формул нужно использовать для решения задачи следующего содержания?

В центре бака с водой размером $2 \times 2 \times 2 \text{ м}^3$ помещен точечный изотропный источник моноэнергетических нейтронов с энергией $E_0=14 \text{ МэВ}$, мощностью 10^8 нейтр./с . Определить мощность эквивалентной дозы нейтронов с энергией, большей 0,33 МэВ, на расстоянии 45 см от источника.

А) $\varphi(r) = C \exp(-r/L), \Sigma_{\text{ВЫВ}} = \frac{\rho}{100} \sum_{i=1}^n (\Sigma_{\text{ВЫВ}_i} \eta_i)$

Б) $\varphi(r) = C \exp(-r/L), \dot{D}(z) = \dot{D}_H(z) \exp\left[-\sum_{i=1}^n \left(\sigma_{\text{ВЫВ}_i} \frac{N_A}{A_i} \rho_i z\right)\right]$

В) $\varphi(r) = C \exp(-r/L), \dot{D}(z, t) = \dot{D}_H(z-t) \exp(-\Sigma_{\text{ВЫВ}} t)$

Г) $\varphi(r) = C \exp(-r/L), \dot{H}_i(r) = \int_{E_{\text{нижн}}}^{E_{\text{верх}}} \varphi(r, E) \delta_H(E) dE$

10. С помощью каких соотношений можно решить следующую задачу. В опытах по определению энергетического распределения фотонов в бесконечной водной среде детектор

помещали на расстоянии 31.8 см от точечного изотропного источника ^{60}Co активностью 37 ГБк. Определить поглощенную дозу в воздухе в точке помещения детектора.

А) $\dot{H} = \frac{a\Gamma_{\delta}}{b^2} \exp(-\mu d) B_n^{r,n}(E_0, \mu d, Z), B(\mu d) = A_1 \exp(-\alpha_1 \mu d) + (1 - A_1) \exp(-\alpha_2 \mu d)$

Б)

$\dot{H} = \frac{a\Gamma_{\delta}}{b^2} \exp(-\mu d) B_n^{r,n}(E_0, \mu d, Z) d_0 = [\mu d + \ln B(E_0, \mu d, Z)] / \mu$

В)

$\dot{H} = \frac{a\Gamma_{\delta}}{b^2}, I = \frac{q}{4\pi b^2}$

Г)

$\dot{D}(z) = \dot{D}_H(z) \exp\left[-\sum_{i=1}^n \left(\sigma_{\text{выб}i} \frac{N_A}{A_i} \rho_i z\right)\right]$

11. При упругом рассеянии нейтронов энергия после рассеяния E связана с энергией до рассеяния E' соотношением:

А) $E = E' \frac{A^2 + 2A\mu_s + 1}{(1+A)^2}$

Б) $E = E' \frac{A^2 - 2A\mu_s + 1}{(1+A)^2}$

В) $E = E' \frac{A^2 + 2A\mu_c + 1}{(1+A)^2}$

Г) $E = E' \frac{A^2 - 2A\mu_c + 1}{(1+A)^2}$

где μ_c и μ_s – косинусы угла рассеяния в системе центра масс и лабораторной системе, соответственно, A – атомный вес вещества;

12. При упругом рассеянии нейтронов энергия после рассеяния E связана с энергией до рассеяния E' соотношением:

А) $E = \frac{E'}{2} [(1 + \alpha) + (1 - \alpha)\mu_c]$

Б) $E = \frac{E'}{2} [(1 + \alpha) + (1 - \alpha)\mu_s]$

В) $E = \frac{E'}{2} [(1 + \alpha) - (1 - \alpha)\mu_c]$

Г) $E = \frac{E'}{2} [(1 + \alpha) - (1 - \alpha)\mu_s]$

где $\alpha = [(A-1)/(A+1)]^2$; где μ_c и μ_s – косинусы угла рассеяния в системе центра масс и лабораторной системе, соответственно, A – атомный вес вещества.

Таблица правильных ответов на Тест №2

	А)	Б)	В)	Г)
1.		х		
2.	х			
3.			х	
4.			х	
5.	х			

6.	x			
7.		x		
8.		x		
9.				x
10.	x			
11.			x	
12.	x			

4.2. КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА №1 (КР2)

Вариант 1

1. Основные дозовые характеристики излучений и их определений: поглощенная доза, керма, мощность дозы, экспозиционная доза, линейная передача энергии, относительная биологическая эффективность, эквивалентная доза, коэффициенты качества (весовые множители излучения), эффективная доза
2. Защитный сейф для хранения радиоактивных препаратов, излучающих фотоны с максимальной энергией 1,5 МэВ, имеет переднюю защитную свинцовую плиту толщиной 5 см. Определить кратность ослабления γ - излучения с энергией 1,5 МэВ по поглощенной дозе в воздухе передней защитной плитой, считая источник точечным изотропным. Источник и точка детектирования находятся на одной нормали к барьеру вблизи защиты с противоположных сторон.

Вариант 2

1. Микроскопическое интегральное сечение взаимодействия. Дифференциальное сечение комптоновского рассеяния
2. Защитное окно, находящееся вблизи точечного изотропного источника ^{60}Co и заполненное водой, должно снизить мощность воздушной кермы γ - излучения источника в 5 раз. Определить необходимую толщину воды, если источник и точка детектирования находятся на одной нормали к барьеру вплотную к защите с противоположных сторон.

Вариант 3

2. Коэффициенты накопления подпороговых нейтронов . Вторичное гамма-излучение в защите.
3. Защитный вытяжной шкаф предназначен для работы с препаратами ^{60}Co . Определить толщину лицевой стенки из защитного свинцового стекла марки ТФ-1 ($\rho=3,86 \text{ г/см}^3$), обеспечивающей безопасные условия работы, если необходимо снизить мощность поглощенной дозы в воздухе в 25 раз; источник можно считать точечным изотропным. Точка детектирования и источник находятся на одной нормали к барьеру вблизи защиты с противоположных сторон.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ РУБЕЖНОГО КОНТРОЛЯ

Методика проведения оценивания студентов на рубежном контроле (аттестации раздела) основывается на «Семестровом контроле» (СК). Для успешного прохождения рубежного контроля (аттестации раздела) студенту необходимо пройти все формы текущего контроля и набрать в среднем не менее 15 баллов. Если студент набрал менее 15 баллов, то он считается не аттестованным по данному разделу и должен пересдать раздел на экзамене.

2.2 Контрольная работа (к.р) - 15 Неделя

7 Семестр

КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Физика защиты

РАЗДЕЛ 2.

1.ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ

Для оценки уровня усвоения учебного материала при изучении студентами дисциплины используется рейтинговая система. Рейтинг студента складывается из баллов, которые он получает при выполнении контрольных испытаний. Контрольные испытания, предусмотренные в данном курсе представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Код	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
T2	Тест	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Фонд тестовых заданий
KP2	Контрольная работа	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект контрольных заданий по вариантам
D32	Домашнее задание	Домашнее задание. Средство проверки умений применять полученные знания для решения комплексных задач. Полностью решенной считается задача, в которой правильно написан ответ в виде формулы, а также имеется правильный численный ответ.	Комплект контрольных заданий

T2. Тест - система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося. Тест состоит из 12 вопросов с 4 вариантами ответов. За каждый верный ответ начисляется 1 балл.

KP1. Контрольная работа – средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу. Контрольные работы проводятся письменно. Время выполнения контрольных работ два академических часа.

Критерии оценки:

5 выставляется студенту, если решено [90, 100] % заданий из контрольной работы;

4 выставляется студенту, если решено [70, 90] % заданий из контрольной работы;

3 выставляется студенту, если решено [60, 70] % заданий из контрольной работы;

2 выставляется студенту, если решено [0, 60] % заданий из контрольной работы.

При необходимости, эта оценка линейным преобразованием переносится на 25 бальную шкалу.

ДЗ1. Домашнее задание (ДЗ) выдается и контролируется на каждом семинарском занятии в соответствии со следующим планом. Выполняется письменно, текущая проверка проводится путем устного опроса на каждом семинаре. Полная проверка ДЗ проводится в конце семестра. Наличие выполненных домашних заданий является необходимым условием получения аттестации по разделам дисциплины.

В конце освоения дисциплины студент сдает экзамен, где ему предлагается ответить в устной форме на два вопроса из списка вопросов к зачету/экзамену.

К экзамену допускаются студенты, имеющие рейтинг выше соответствующего порогового значения. Пороговое значение текущего рейтинга для допуска к экзамену – 30 баллов.

Оценки, получаемые студентами в рамках курса, выставляются на основе текущего рейтинга студента на смотре текущей успеваемости (семестровый контроль на 8 неделе) в соответствии с диапазонами, указанными в таблице 2.

Таблица 2.

Оценка по 5-бальной шкале	Сумма баллов за разделы	Оценка ECTS
5 – «отлично»	90-100	A
4 – «хорошо»	85-89	B
	75-84	C
	70-74	D
	65-69	
3 – «удовлетворительно»	60-64	E
	Ниже 60	F

Расшифровка уровня знаний, соответствующего полученным баллам, дается в таблице указанной ниже

Оценка по 5-бальной шкале – оценка по ECTS	Сумма баллов за разделы	Требования к знаниям на устном зачёте
«отлично» – A	90 ÷ 100	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
«хорошо» – D, C, B	70 ÷ 89	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
«удовлетворительно» – E, D	60 ÷ 69	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
«неудовлетворительно»	менее 60	Оценка «неудовлетворительно» выставляется

– F	студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.
--------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Планируемые результаты обучения – знания, умения и навыки, характеризующие этапы формирования компетенций и обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения образовательной программы.

<i>Код и наименование компетенции</i>	<i>Код и наименование индикатора достижения компетенции</i>
ПК-2 Способен проводить математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований	З-ПК-2 знать методы математического моделирования процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований; У-ПК-2 уметь использовать методы математического моделирования процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований; В-ПК-2 владеть навыками математического моделирования процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований;

- 1) Знать: физические процессы формирования дозовых характеристик полей излучений; основные параметры источников излучений, необходимые для расчетов дозовых характеристик полей излучений; принципы и подходы к нормированию и установлению предельно-допустимых уровней облучения человека; физику процессов прохождения фотонного излучения в веществе; инженерные способы расчетов доз фотонного излучения за защитой и методы определения безопасных условий работы с источниками фотонного излучения.
- 2) Уметь: оценивать приближенными методами дозовые характеристики полей фотонного излучения и определять условия радиационной безопасности при работе с источниками ионизирующих излучений, проектировать оптимальные конструкции защиты, обеспечивающие условия радиационной безопасности.
- 3) Владеть / быть в состоянии продемонстрировать способность использовать полученные знания для собственных разработок мер по обеспечению радиационной безопасности при работе с источниками ионизирующих излучений; анализировать уровень проектной документации с точки зрения оценки радиационного воздействия на объекты окружающей среды; разрабатывать оптимальные конструкции защитных сооружений.

3. АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Формой аттестации по дисциплине «Физика защиты» является:

- Экзамен (Э)

4. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ПО РАЗДЕЛУ 2
для оценки знаний (З), умений (У) и навыков (В)

4.1. ТЕСТ №2 (Т2)

Проверяем ые компетенци и	Вопросы
ПК-2	<p>1. Которое из приведенных выражений является формулой Тейлора для фактора накопления в гомогенных средах?</p> <p>А) $B(\mu d) = 1 + a\mu d \exp(b\mu d)$</p> <p>Б) $B(\mu d) = A_1 \exp(-\alpha_1 \mu d) + (1 - A_1) \exp(-\alpha_2 \mu d)$.</p> <p>В) $B(\mu d) = \sum_{n=0}^3 \beta_n (\mu d)^n$.</p> <p>Г) $B(\mu d) = \sum_{n=0}^3 \beta_n (\mu d)^n$.</p> <p>2. Как выглядит выражение определения плотности потока нейтронов в рамках метода длин релаксации в случае когда длина релаксации L не зависит от глубины проникновения d материала защиты?</p> <p>А) $\varphi(d) = \varphi_0 \exp(-d/L)$.</p> <p>Б) $\varphi(d) = \varphi_0 \exp\left(-\sum_{i=1}^m \Delta d_i / L_i\right)$</p> <p>В) $\varphi(d) = \frac{q\omega f}{4\pi d^2} \exp\left(-\sum_{i=1}^m \Delta d_i / L_i\right)$</p> <p>Г) все ответы верны</p> <p>3. Как выглядит выражение определения плотности потока нейтронов в рамках метода длин релаксации с учетом отклонения от экспоненциальной формы для случая, когда длина релаксации L зависит от глубины проникновения d материала защиты?</p> <p>А) $\varphi(d) = \varphi_0 \exp(-d/L)$.</p> <p>Б) $\varphi(d) = \varphi_0 \exp\left(-\sum_{i=1}^m \Delta d_i / L_i\right)$</p> <p>В) $\varphi(d) = \frac{q\omega f}{4\pi d^2} \exp\left(-\sum_{i=1}^m \Delta d_i / L_i\right)$</p> <p>Г) все ответы верны</p> <p>4. Концепция сечения выведения уместна для вычисления мощностей дозы</p> <p>А) тепловых нейтронов в водородсодержащих средах</p> <p>Б) тепловых нейтронов в любых средах</p> <p>В) быстрых нейтронов в водородсодержащих средах</p>

Г) быстрых нейтронов в любых средах

5. Какую функцию выполняет множитель $\delta_H(E)$ в выражении для расчета мощности эквивалентной дозы нейтронов в гомогенной среде?

$$\dot{H}_i(d) = \int_{E_{i,н}}^{E_{i,в}} \varphi(d, E) \delta_H(E) dE$$

- А) коэффициент перехода от плотности потока Φ к эквивалентной дозе
Б) коэффициент качества нейтронного излучения
В) математическая дельта функция
Г) коэффициент согласования размерности

6. Вторичное γ -излучение в защите от нейтронов возникает в результате

- А) радиационного захвата нейтронов ядрами среды и неупругого рассеяния на ядрах
Б) реакции фотопоглощения атомами среды (γ, n)
В) упругого рассеяния нейтронов на ядрах среды
Г) все ответы верны

7. Который из приведенных формул рекомендуется использовать для определения минимальной толщины биологической ткани ($\rho=1$ г/см³, $A=15.7$), в которой поглощаются α -частицы с энергией 4.8 МэВ?

А) $R_B = 0,318 E_0^{3/2}$

Б) $R_A = \frac{1,78 \cdot 10^{-4}}{\rho} \sqrt[3]{A} \sqrt[2]{E_0^3}$

В) $R_X = R_{Al} \frac{(Z/A)_{Al}}{(Z/A)_X}$

Г) $R = 0,52 E_0 - 0,09$

8. Который из приведенных формул рекомендуется использовать для определения минимальной толщины фильтра из алюминия при изменении энергии β -частиц от 0,5 до 3 МэВ в медицине для радиационной терапии с помощью γ -излучения нуклида $^{137}\text{Cs}+^{137m}\text{Ba}$.

А) $R_B = 0,318 E_0^{3/2}$

Б) $R_A = \frac{1,78 \cdot 10^{-4}}{\rho} \sqrt[3]{A} \sqrt[2]{E_0^3}$

В) $R_X = R_{Al} \frac{(Z/A)_{Al}}{(Z/A)_X}$

Г) $R = 0,52 E_0 - 0,09$

9. Какую комбинацию формул нужно использовать для решения задачи следующего содержания?

В центре бака с водой размером 2х2х2 м³ помещен точечный изотропный источник моноэнергетических нейтронов с энергией $E_0=14$ МэВ, мощностью 10^8 нейтр./с. Определить мощность эквивалентной дозы нейтронов с энергией,

большой 0,33 МэВ, на расстоянии 45 см от источника.

А)
$$\varphi(r) = C \exp(-r/L), \Sigma_{\text{ВЫВ}} = \frac{\rho}{100} \sum_{i=1}^n (\Sigma_{\text{ВЫВ}_i} \eta_i)$$

Б)
$$\varphi(r) = C \exp(-r/L), \dot{D}(z) = \dot{D}_H(z) \exp\left[-\sum_{i=1}^n \left(\sigma_{\text{ВЫВ}_i} \frac{N_A}{A_i} \rho_i z\right)\right]$$

В)
$$\varphi(r) = C \exp(-r/L), \dot{D}(z, t) = \dot{D}_H(z-t) \exp(-\Sigma_{\text{ВЫВ}} t)$$

Г)
$$\varphi(r) = C \exp(-r/L), \dot{H}_i(r) = \int_{E_{i_{\text{нижн}}}}^{E_{i_{\text{верх}}}} \varphi(r, E) \delta_H(E) dE$$

10. С помощи каких соотношений можно решить следующую задачу. В опытах по определению энергетического распределения фотонов в бесконечной водной среде детектор помещали на расстоянии 31.8 см от точечного изотропного источника ^{60}Co активностью 37 ГБк. Определить поглощенную дозу в воздухе в точке помещения детектора.

А)
$$\dot{H} = \frac{a\Gamma_{\delta}}{b^2} \exp(-\mu d) B_n^{r,n}(E_0, \mu d, Z), B(\mu d) = A_1 \exp(-\alpha_1 \mu d) + (1 - A_1) \exp(-\dots)$$

Б)
$$\dot{H} = \frac{a\Gamma_{\delta}}{b^2} \exp(-\mu d) B_n^{r,n}(E_0, \mu d, Z), d_0 = [\mu d + \ln B(E_0, \mu d, \dots)]$$

В)
$$\dot{H} = \frac{a\Gamma_{\delta}}{b^2}, I = \frac{q}{4\pi b^2}$$

Г)
$$\dot{D}(z) = \dot{D}_H(z) \exp\left[-\sum_{i=1}^n \left(\sigma_{\text{ВЫВ}_i} \frac{N_A}{A_i} \rho_i z\right)\right]$$

11. При упругом рассеянии нейтронов энергия после рассеяния E связана с энергией до рассеяния E' соотношением:

А)
$$E = E' \frac{A^2 + 2A\mu_s + 1}{(1+A)^2}$$

Б)
$$E = E' \frac{A^2 - 2A\mu_s + 1}{(1+A)^2}$$

В)
$$E = E' \frac{A^2 + 2A\mu_c + 1}{(1+A)^2}$$

Г)
$$E = E' \frac{A^2 - 2A\mu_c + 1}{(1+A)^2}$$

где μ_c и μ_s – косинусы угла рассеяния в системе центра масс и лабораторной системе, соответственно, A – атомный вес вещества;

12. При упругом рассеянии нейтронов энергия после рассеяния E связана с энергией до рассеяния E' соотношением:

А)
$$E = \frac{E'}{2} [(1 + \alpha) + (1 - \alpha)\mu_c]$$

<p>Б) $E = \frac{E'}{2} [(1 + \alpha) + (1 - \alpha)\mu_s]$</p> <p>В) $E = \frac{E'}{2} [(1 + \alpha) - (1 - \alpha)\mu_c]$</p> <p>Г) $E = \frac{E'}{2} [(1 + \alpha) - (1 - \alpha)\mu_s]$</p> <p>где $\alpha = [(A-1)/(A+1)]^2$; где μ_c и μ_s – косинусы угла рассеяния в системе центра масс и лабораторной системе, соответственно, A – атомный вес вещества.</p>

Таблица правильных ответов на Тест №2

	А)	Б)	В)	Г)
13.		x		
14.	x			
15.			x	
16.			x	
17.	x			
18.	x			
19.		x		
20.		x		
21.				x
22.	x			
23.			x	
24.	x			

4.2. КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА №1 (КР2)

Вариант 1

3. Основные дозовые характеристики излучений и их определений: поглощенная доза, керма, мощность дозы, экспозиционная доза, линейная передача энергии, относительная биологическая эффективность, эквивалентная доза, коэффициенты качества (весовые множители излучения), эффективная доза

4. Защитный сейф для хранения радиоактивных препаратов, излучающих фотоны с максимальной энергией 1,5 МэВ, имеет переднюю защитную свинцовую плиту толщиной 5 см. Определить кратность ослабления γ - излучения с энергией 1,5 МэВ по поглощенной дозе в воздухе передней защитной плитой, считая источник точечным изотропным. Источник и точка детектирования находятся на одной нормали к барьеру вблизи защиты с противоположных сторон.

Вариант 2

3. Микроскопическое интегральное сечение взаимодействия. Дифференциальное сечение комптоновского рассеяния

4. Защитное окно, находящееся вблизи точечного изотропного источника ^{60}Co и заполненное водой, должно снизить мощность воздушной кермы γ - излучения источника в 5 раз.

Определить необходимую толщину воды, если источник и точка детектирования находятся на одной нормали к барьеру вплотную к защите с противоположных сторон.

Вариант 3

4. Коэффициенты накопления подпороговых нейтронов . Вторичное гамма-излучение в защите.
5. Защитный вытяжной шкаф предназначен для работы с препаратами ^{60}Co . Определить толщину лицевой стенки из защитного свинцового стекла марки ТФ-1 ($\rho=3,86 \text{ г/см}^3$), обеспечивающей безопасные условия работы, если необходимо снизить мощность поглощенной дозы в воздухе в 25 раз; источник можно считать точечным изотропным. Точка детектирования и источник находятся на одной нормали к барьеру вблизи защиты с противоположных сторон.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ РУБЕЖНОГО КОНТРОЛЯ

Методика проведения оценивания студентов на рубежном контроле (аттестации раздела) основывается на «Семестровом контроле» (СК). Для успешного прохождения рубежного контроля (аттестации раздела) студенту необходимо пройти все формы текущего контроля и набрать в среднем не менее 15 баллов. Если студент набрал менее 15 баллов, то он считается не аттестованным по данному разделу и должен пересдать раздел на экзамене.

2 Семестр

Зачет

КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

1.1. ВОПРОСЫ

1. Основные задачи физики защиты
2. Этапы развития физики защиты.
3. Общая методология решения задач распространения излучения в средах.
4. Дифференциальные и интегральные, потоковые и токовые характеристики поля излучений. Основные дозовые характеристики поля излучений (плотность частиц, поток частиц, плотность потока частиц, флюенс частиц, плотность энергии, поток энергии, плотность потока энергии, флюенс энергии, интенсивность излучения).
5. Основные дозовые характеристики излучений и их определений: поглощенная доза, керма, мощность дозы, экспозиционная доза, линейная передача энергии, относительная биологическая эффективность, эквивалентная доза, коэффициенты качества (весовые множители излучения), эффективная доза
6. Микроскопическое интегральное сечение взаимодействия
7. Дифференциальное сечение комптоновского рассеяния
8. Энергия фотона после комптоновского рассеяния
9. Энергия нейтрона после рассеяния
10. Законы радиоактивного распада ядер. Условие векового равновесия
11. Классификация радиоактивных источников
12. Источники фотонного излучения
13. Источники нейтронов
14. Радионуклиды как гамма излучатели
15. Керма-постоянная радионуклидного источника
16. Гамма-постоянная радионуклидного источника
17. Керма-эквивалент радионуклидного источника
18. Характеристика источников нейтронов
19. Радионуклидные источники нейтронов
20. Фотонейтронные источники
21. Источники нейтронов спонтанного деления
22. Источники нейтронов на основе ускорителей заряженных частиц
23. Источники нейтронов деления и синтеза ядер
24. Термоядерный реактор как источник нейтронов
25. Нейтроны при ядерном и термоядерном взрывах.
26. Вторичное γ -излучение.
27. Закон ослабления фотонного излучения в геометрии «широкого пучка»
28. Понятие фактора накопления фотонов
29. Основы концепции приемлемого риска воздействия ионизирующих излучений.
30. Концепция замещения риска.
31. Поля излучений от источников различных геометрических форм без учета рассеянного излучения. Закон ослабления излучения в геометрии «узкого пучка».
32. Дозовый состав нейтронов в защитных средах. Коэффициенты накопления подпороговых нейтронов.

Методика оценки результата сдачи экзамена

Оценка	Критерии оценки
Отлично 45-50	<ul style="list-style-type: none"> - полно раскрыто содержание материала экзаменационного билета – материал изложен грамотно, в определенной логической последовательности; - продемонстрировано глубокое знание материала программы курса (части курса) – точно используется терминология; – показано умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами, применять их в новой ситуации; – продемонстрировано усвоение ранее изученных сопутствующих материалов, сформированность и устойчивость компетенций, умений и навыков; – ответ прозвучал самостоятельно, без наводящих вопросов; – продемонстрирована способность творчески применять знание теории к решению профессиональных задач; – продемонстрировано знание современной учебной и научной литературы; – допущены одна – две неточности при освещении второстепенных вопросов, которые исправляются по замечанию
Хорошо 35-44	<ul style="list-style-type: none"> – вопросы экзаменационного билета изложены систематизированно и последовательно; – продемонстрировано умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер; – продемонстрировано усвоение основной литературы; – ответ удовлетворяет в основном требованиям на оценку «5», но при этом имеет один из недостатков: - в изложении допущены небольшие пробелы, не исказившие содержание ответа; - допущены один – два недочета при освещении основного содержания вопроса, исправленные по замечанию преподавателя; - допущены ошибка или более двух недочетов при освещении материала вопроса, которые могут быть относительно просто исправлены по замечанию преподавателя.
Удовлетворительно 30-34	<ul style="list-style-type: none"> - неполно и непоследовательно раскрыто содержание материала вопроса (вопросов) билета, однако показано общее понимание вопросов и продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала; – даны удовлетворительные ответы на дополнительные вопросы; – имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, исправленные после нескольких наводящих вопросов; – выявлена недостаточная сформированность компетенций, умений и навыков; – продемонстрировано усвоение основной литературы.
Неудовлетворительно Менее 30	<ul style="list-style-type: none"> – не раскрыто основное содержание программного материала; – обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала, требуемого при формировании компетенций курса АЭС; – допущены ошибки в определении понятий, при использовании

	терминологии, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов.
--	--------------------------------------------------------------------------

	– не сформированы компетенции, умения и навыки.
--	-------------------------------------------------