

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)

КАФЕДРА ОБЩЕЙ И СПЕЦИАЛЬНОЙ ФИЗИКИ

Одобрено на заседании
Ученого совета ИАТЭ НИЯУ МИФИ
Протокол от 24.04.2023 № 23.4

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Физика атомного ядра и элементарных частиц

название дисциплины

для студентов направления подготовки

03.03.02 Физика

код и название [специальности/направления подготовки]

образовательная программа

Ядерно-физические технологии в медицине

Форма обучения: очная

г. Обнинск 2023 г.

Область применения

Фонд оценочных средств (ФОС) – является неотъемлемой частью учебно-методического комплекса учебной дисциплины «Общая физика (механика)» 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 «Общая физика (механика)» 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

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

Коды компетенций	Результаты освоения ООП Содержание компетенций*	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине**
ОПК-1	Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности	З-ОПК-1 знать фундаментальные основы, полученные в области естественных и математических наук. У-ОПК-1 уметь использовать на практике базовые знания, полученные в области естественных и математических наук; применять для анализа и обработки результатов физических экспериментов. В-ОПК-1 владеть навыками обобщения, синтеза и анализа базовых знаний, полученных в области естественных и математических наук, владеть научным мировоззрением

1.2. Этапы формирования компетенций в процессе освоения ОП специалитета

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.

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 корректиды 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. РПД).

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 <i>Все виды компетенций сформированы на высоком уровне в соответствии с целями и задачами дисциплины</i>	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> 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 <i>Все виды компетенций сформированы на продвинутом уровне в соответствии с целями и задачами дисциплины</i>	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу, большей долей самостоятельности и инициативы	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> 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 <i>Все виды компетенций сформированы на пороговом уровне</i>	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
	<i>продвинутый</i>	<i>высокий</i>
	<i>высокий</i>	<i>продвинутый</i>
продвинутый	<i>пороговый</i>	<i>высокий</i>
	<i>высокий</i>	<i>пороговый</i>
	продвинутый	продвинутый
	<i>продвинутый</i>	<i>пороговый</i>
	<i>пороговый</i>	<i>продвинутый</i>
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 семестре: 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	16	30
	Оценочное средство № 1.1 Контрольная работа 1, 2	7	10
	Оценочное средство № 1.2 Доклад	1	3
	Оценочное средство № 1.3 Устный опрос	1	2
	Оценочное средство № 1.4 Проблемный семинар	1	3
	Оценочное средство № 1.5 Решение ситуационных задач	1	3
	Контрольная точка № 2	19	30
	Оценочное средство № 2.1 Контрольная работа 1, 2	13	10

	Оценочное средство № 2.2 Реферат	4	6
	Оценочное средство № 2.3 Мультимедийное занятие	1	2
	Оценочное средство № 2.4 Рефлексия	1	2
Промежуточный	Зачет	20	40
	Оценочное средство – Устный зачет по вопросам	20	40
ИТОГО по дисциплине		60	100

Бонусы: поощрительные баллы студент получает к своему рейтингу в конце семестра за активную и регулярную работу на практических занятиях, за вовремя сданные индивидуальные задания.

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

Процедура оценивания знаний, умений, навыков по дисциплине включает учет успешности по всем видам оценочных средств. Оценка качества подготовки включает текущую и промежуточную аттестацию.

Текущий контроль представляет собой проверку усвоения учебного материала, регулярно осуществляющуюся на протяжении обучения на каждой лабораторной работе.

Текущий контроль осуществляется в форме устного опроса, отчета по лабораторной работе, теста, решения ситуационной задачи, докладов, рефератов и контрольных работ.

Формой **промежуточного контроля** является зачет, баллы за который выставляются по итогам устного опроса.

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/экзамене.

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

6.1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам)	Код контролируемой компетенции (или её части) / и ее формулировка	Наименование оценочного средства
Текущий контроль, 5 семестр			
1.	Физика атомного ядра и элементарных частиц	ОПК-3 Знать: - квантово-механическое описание атомов. Уметь: - применять основные законы квантовой физики к решению физических задач; - обрабатывать экспериментальные	Коллоквиум, контрольная работа №5

		результаты и оценивать погрешности измерений.	
Промежуточный контроль, 5 семестр			
	Экзамен		Билеты
Всего:			

6.2. Типовые контрольные задания или иные материалы

6.2.1. а) Экзамен, типовые вопросы - образец:

1. Опыты Резерфорда. Планетарная модель атома.
2. Квантовые постулаты Бора. Опыты Франка и Герца.
3. Модель водородоподобного атома по теории Бора.
4. Волновые свойства микрочастиц. Волны де-Бройля.
5. Экспериментальные доказательства волновых свойств микрочастиц.
6. Волновая функция, ее физический смысл.
7. Соотношения неопределенности.
8. Уравнение Шредингера.
9. Простейшие задачи квантовой механики. Частица в "потенциальной яме" ("ящике").
10. Простейшие задачи квантовой механики. Прохождение частицы через потенциальный барьер. Туннельный эффект.
11. Простейшие задачи квантовой механики. Линейный гармонический осциллятор.
12. Водородоподобный атом. Орбитальный и собственный моменты импульса электрона и описание различных состояний электрона в атоме.
13. Спин и магнитный момент электрона.
14. Экспериментальные доказательства существования спина и магнитного момента электрона.
15. Ферми- и Бозе-частицы. Принцип Паули.
16. Строение электронных оболочек. Объяснение периодической системы Д.И.Менделеева.
17. Полный момент импульса электрона в атоме. Символические обозначения термов. Правила отбора для оптических переходов.
18. Векторная модель многоэлектронного атома.
19. Квантовые состояния многоэлектронных атомов. Правило Хунда.
20. Магнитный момент атома.
21. Эффект Зеемана.
22. Рентгеновские спектры. Закон Мозли.
23. Физика молекулы. Ковалентная и ионная связь.
24. Основные понятия зонной теории твердых тел. Зонные модели металлов, полупроводников, диэлектриков.
25. Сверхпроводимость. Высокотемпературная сверхпроводимость.
26. Состав атомного ядра. Изотопы и изобары. Энергия связи атомного ядра.
27. Радиус, спин и магнитный момент ядра. Статистика и четность ядер.
28. Методы измерения спина и магнитного момента ядра. Ядерный магнитный резонанс (ЯМР).
29. Капельная модель ядра. Формула Вейцзеккера для энергии связи ядра.
30. Оболочечная модель ядра. Спин-орбитальное взаимодействие нуклонов в ядре.
31. Гиромагнитное отношение нуклона в оболочечной модели ядра.
32. Радиоактивный распад ядер. Основной закон радиоактивного распада.

33. Альфа-распад ядер.

34. Теория альфа-распада.

35. Бета-распад ядер.

36. Гамма-излучение ядер.

37. Эффект Мессбауэра.

38. Спонтанное деление ядер. Трансуранные элементы.

39. Прохождение заряженных частиц и гамма-квантов через вещество.

40. Дозиметрические единицы и защита от радиоактивных излучений.

41. Детекторы частиц (счетчики и трековые регистраторы).

42. Ядерные реакции; их классификация, способы записи и общие закономерности.

43. Энергия и порог ядерной реакции. Законы сохранения энергии, импульса, момента импульса и четности в ядерных реакциях.

44. Теория ядерных реакций.

45. Ядерные реакции под действием нейтронов. Формулы Брейта-Вигнера.

46. Цепная реакция деления тяжелых ядер под действием нейтронов.

47. Ядерные реакторы на медленных и на быстрых нейтронах.

48. Реакции термоядерного синтеза. Проблема управляемого термоядерного синтеза (УТС).

49. Элементарные частицы и их свойства. Законы сохранения в физике элементарных частиц.

50. Типы взаимодействий и классификация элементарных частиц. Античастицы. Виртуальные частицы. Диаграммы Фейнмана.

51. Кварковая структура мезонов и барионов. Экспериментальные подтверждения кварковой теории.

52. Основные свойства лептонов. Несохранение четности в слабых взаимодействиях.

53. Свойства нейтрино.

54. Космические лучи.

6) Критерии оценивания компетенций (результатов):

Оценка	Критерии оценки
Отлично 36–40	Студент должен: <ul style="list-style-type: none"> – 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: <ul style="list-style-type: none"> – 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 24–29	Студент должен: <ul style="list-style-type: none"> – продемонстрировать общее знание изучаемого материала;

	<ul style="list-style-type: none"> – показать общее владение понятийным аппаратом дисциплины; – уметь строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; – знать основную рекомендуемую программой учебную литературу.
Неудовлетворительно 23 и меньше	<p>Студент демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> – 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.

в) Описание шкалы оценивания:

Рейтинговый балл по дисциплине за экзамен	Оценка по 5-балльной системе
36 – 40	Отлично
30 – 35	Хорошо
24 – 29	Удовлетворительно
<23	Неудовлетворительно

6.2.2. а) Коллоквиум, типовые вопросы - образец:

1. Опыты Резерфорда. Планетарная модель атома.
2. Квантовые постулаты Бора. Опыты Франка и Герца.
3. Модель водородоподобного атома по теории Бора.
4. Волновые свойства микрочастиц. Волны де-Броиля.
5. Экспериментальные доказательства волновых свойств микрочастиц.
6. Волновая функция, ее физический смысл.
7. Соотношения неопределенности.
8. Уравнение Шредингера.
9. Простейшие задачи квантовой механики. Частица в "потенциальной яме" ("ящике").
10. Простейшие задачи квантовой механики. Прохождение частицы через потенциальный барьер. Туннельный эффект.
11. Простейшие задачи квантовой механики. Линейный гармонический осциллятор.
12. Водородоподобный атом. Орбитальный и собственный моменты импульса электрона и описание различных состояний электрона в атоме.
13. Спин и магнитный момент электрона.
14. Экспериментальные доказательства существования спина и магнитного момента электрона.
15. Ферми- и Бозе-частицы. Принцип Паули.
16. Строение электронных оболочек. Объяснение периодической системы Д.И.Менделеева.
17. Полный момент импульса электрона в атоме. Символические обозначения термов. Правила отбора для оптических переходов.
18. Векторная модель многоэлектронного атома.
19. Квантовые состояния многоэлектронных атомов. Правило Хунда.
20. Магнитный момент атома.
21. Эффект Зеемана.
22. Рентгеновские спектры. Закон Мозли.
23. Физика молекулы. Ковалентная и ионная связь.

24. Основные понятия зонной теории твердых тел. Зонные модели металлов, полупроводников, диэлектриков.
25. Сверхпроводимость. Высокотемпературная сверхпроводимость.
26. Состав атомного ядра. Изотопы и изобары. Энергия связи атомного ядра.
27. Радиус, спин и магнитный момент ядра. Статистика и четность ядер.
28. Методы измерения спина и магнитного момента ядра. Ядерный магнитный резонанс (ЯМР).
29. Капельная модель ядра. Формула Вейцзеккера для энергии связи ядра.
30. Оболочечная модель ядра. Спин-орбитальное взаимодействие нуклонов в ядре.

б) Критерии оценивания компетенций (результатов):

- уровень освоения обучающимся материала, предусмотренного учебной программой;
- умение обучающегося использовать теоретические знания при выполнении заданий и задач;
- обоснованность, четкость, краткость изложения ответа.

Описание шкалы оценивания

Отметка «отлично» (в баллах от 27 до 30) ставится, если:

- изученный материал изложен полно, определения даны верно;
- ответ показывает понимание материала;
- обучающийся может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, не только по учебнику и конспекту, но и самостоятельно составленные.

Отметка «хорошо» (в баллах от 22 до 26) ставится, если:

- изученный материал изложен достаточно полно;
- при ответе допускаются ошибки, заминки, которые обучающийся в состоянии исправить самостоятельно при наводящих вопросах;
- обучающийся затрудняется с ответами на 1-2 дополнительных вопроса.

Отметка «удовлетворительно» (в баллах от 18 до 21) ставится, если:

- материал изложен неполно, с неточностями в определении понятий или формулировке определений;
- материал излагается непоследовательно;
- обучающийся не может достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры;
- на 50% дополнительных вопросов даны неверные ответы.

Отметка «неудовлетворительно» (в баллах от 0 до 17) ставится, если:

- при ответе обнаруживается полное незнание и непонимание изучаемого материала;
- материал излагается неуверенно, беспорядочно;
- даны неверные ответы более чем на 50% дополнительных вопросов.

в) Описание шкалы оценивания:

Рейтинговый балл по дисциплине за коллоквиум	Оценка по 5-балльной системе
27 – 30	Отлично
22 – 26	Хорошо
18 – 21	Удовлетворительно
<17	Неудовлетворительно

6.2.3. а) Контрольные работы, типовые задания:

1. Используя формулу для эффективного радиуса ядра $R = 1,3 * A^{1/3}$ фм, вычислить массовую плотность числа частиц ядерного вещества. Масса нуклона (протона, для определенности)

$m_p = 1,67 \cdot 10^{-27}$ кг. Число нуклонов в единице объема $n = A/V_y$, где A – массовое число, V_y – объем ядра.

2. Найти число нуклонов в единице объема ядерного вещества $n=A/V_y$, где A – массовое число, V_y – объем ядра, эффективный радиус ядра $R=1,3 \cdot A^{1/3}$ фм.
3. Добавить недостающий элемент в записи распада: $^{226}_{88}\text{Ra} \rightarrow ^{222}_{86}\text{Rn} + \dots$?
4. Добавить недостающие индексы в записи распада: $^{238}_{92}\text{U} \rightarrow \dots^? \dots^? \text{Th} + \alpha$
5. Добавить недостающий показатель массового числа в правой части записи распада возбужденного ядра урана U^* : $^{236}_{92}\text{U}^* \rightarrow \dots^? \text{U} + \gamma$.
6. Добавить недостающий показатель массового числа в правой части записи распада возбужденного ядра урана U^* : $^{236}_{92}\text{U}^* \rightarrow \dots^? \text{U} + n$.
7. Найти удельную энергию связи ядра атома гелия ($E_{cb}(^4_2\text{He}) = 28,5$ МэВ).
8. Добавить, исходя из законов сохранения, недостающий элемент в правой части записи реакции синтеза $^2_1\text{H} + ^2_1\text{H} \rightarrow \dots^? + ^1_1\text{H}$.
9. Добавить, исходя из законов сохранения, недостающий элемент в правой части записи реакции синтеза $^2_1\text{H} + ^3_2\text{He} \rightarrow \dots^? + ^4_2\text{He}$.
10. Вычислить, какая энергия (в МэВ) выделяется при слиянии двух ядер тяжелого водорода ^2_1H в ядро гелия ^3_2He , $^2_1\text{H} + ^2_1\text{H} \rightarrow ^3_2\text{He} + ^1_0\text{n}$, если $\varepsilon(^3_2\text{He}) = 2,573$ МэВ/нукл, $\varepsilon(^2_1\text{H}) = 1,112$ МэВ/нукл, энергией нейтрона ^1_0n пренебрегаем.
11. Разрешена ли законами сохранения реакция $e^- + p \rightarrow n + \pi^0$?
12. Разрешена ли законами сохранения реакция $e^- + \pi^+ \rightarrow n + \nu_e$?
13. Разрешена ли законами сохранения реакция $n + \nu_e \rightarrow e^- + p$?
14. Какой закон сохранения запрещает реакцию $p + n \rightarrow \pi^+ + \pi^0$, где p – протон, n – нейтрон, π^+ и π^0 – положительный и нейтральный π -мезоны?
15. Какой закон сохранения разрешает реакцию $p + p \rightarrow p + p + \pi^0$, но запрещает реакцию $p + p \rightarrow p + p + \pi^+$, где p – протон, n – нейтрон, π^+ и π^0 – положительный и нейтральный π -мезоны?
16. Выразить массу протона 938,28 МэВ в граммах. $1 \text{ эВ} = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$.
17. Выразить 1 а.е.м. $1,67 \cdot 10^{-24}$ г в энергетических единицах. $1 \text{ эВ} = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$.
18. Вычислить энергию связи нуклонов в ядре ^4_2He . $M_{am}(^4_2\text{He}) = 4,00260 \cdot 931,49 \text{ МэВ} = 3728,38 \text{ МэВ}$, $M_{am}(^1_1\text{H}) = 1,00794 \text{ а. е. м.} = 1,00794 \cdot 931,49 \text{ МэВ} = 938,88 \text{ МэВ}$, $m_n = 939,57 \text{ МэВ}$.
19. Найти энергию связи ядра $^{235}_{92}\text{U}$, если удельная энергия связи урана – 7,5 МэВ/нукл.
20. При захвате нейтрона ядром $^{235}_{92}\text{U}$ происходит деление по схеме: $^1_0 n + ^{235}_{92}\text{U} \rightarrow ^{94}_{38}\text{Sr} + ^{140}_{54}\text{Xe} + 2^1_0 n$. Какая энергия выделяется в результате этой реакции, если $E_{cb}(^{235}\text{U}) = 1762,5$ МэВ, $E_{cb}(^{94}\text{Sr}) + E_{cb}(^{140}\text{Xe}) = 2012,4$ МэВ? Дефектом массы нейтрона пренебречь

б) Критерии оценивания компетенций (результатов):
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;

	<ul style="list-style-type: none"> – 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 24–29	<p>Студент должен:</p> <ul style="list-style-type: none"> – 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 23 и меньше	<p>Студент демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> – 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.

в) Описание шкалы оценивания:

Рейтинговый балл по дисциплине за контрольную	Оценка по 5-балльной системе
27 – 30	Отлично
22 – 26	Хорошо
18 – 21	Удовлетворительно
<17	Неудовлетворительно

4.1.6 Самостоятельная работа студентов

Практические задания

а) Материалы: 1. Используя конспекты лекций и рекомендованные учебные пособия, решите предложенные задания

Задания по расчету мощности доз и эквивалентной дозы ИИ

1. Определить мощность экспозиционной дозы гамма-излучения в единицах СИ, если она равна: 1,0 и 5,0 Р/ч;
2. Определить мощность поглощённой дозы рентгеновского излучения в рад/ч, если экспозиционная доза равна: 3,0 и 15,0 Р/ч; 100,0 и 50,0 мР/ч;
3. Определить мощность поглощённой дозы гамма-излучения в единицах СИ, если экспозиционная доза равна: 1 и 5 Р/ч; 15 и 5 кР/ч;
4. Определить мощность эквивалентной (биологической) дозы рентгеновского излучения, создаваемой в биологическом объекте, если экспозиционная доза равна: 1,0 и 20,0 Р/ч; 15,0 и 200,0 мкР/ч;
5. Рассчитать гамма-фон в Р/ч, если мощность экспозиционной дозы равна: $2,58 \times 10^{-4}$ и $1,29 \times 10^{-3}$ А/кг; $2,58 \times 10^2$ и $2,58$ А/кг
6. Рассчитать мощность поглощённой дозы рентгеновского излучения в рад/час, если мощность экспозиционной дозы равна: $2,58 \times 10^{-4}$ и $1,29 \times 10^{-3}$ А/кг; $2,58$ и $2,58 \times 10^2$ А/кг;
7. Рассчитать мощность поглощённой дозы в единицах СИ по данным задания 6.
8. Рассчитать мощность эквивалентной дозы гамма-излучения, создаваемой в биологическом объекте по данным задания 6.
9. Вычислить уровень радиации на местности в Р/ч, если мощность поглощённой дозы равна: 1,0 и 50,0 рад/ч; 10,0 и 40 мрад/ч;

10. Вычислить мощность поглощенной дозы в единицах СИ, если она равна: 1,0 и 40,0 рад/ч, 18,0 и 250,0 мрад/ч;

11. Рассчитать уровень гамма-фона в единицах СИ, если мощность поглощенной дозы равна: 1,0 и 20,0 рад/ч; 10,0 и 40,0 мрад/ч;

12. Рассчитать мощность эквивалентной дозы в бар/ч, создаваемую гамма-излучением в биологическом объекте, если мощность поглощенной дозы равна: 1,0 и 200,0 рад/ч; 25,0 и 5,0 мрад/ч;

13. Вычислить уровень радиации в Р/ч, если мощность поглощенной дозы равна: 1,0 и 0,2 Гр/ч; 10,0 и 0,1 мГр/ч;

14. Вычислить мощность экспозиционной дозы гамма-излучения в единицах СИ, если мощность поглощенной дозы равна: 1,0 и 0,2 Гр/ч; 10,0 и 0,1 мГр/ч;

15. Определить мощность поглощенной дозы в рад/ч, создаваемой гамма-излучением в биологических тканях, если она равна: 1,0 и 0,2 Гр/ч; 10,0 и 0,1 мГр/ч;

16. Вычислить мощность эквивалентной дозы в бэр/ч рентгеновского излучения, создаваемой бета излучением, если она равна: 1,0 и 0,2 Гр/ч; 10,0 и 0,1 мГр/ч;

17. Рассчитать эквивалентную дозу в бэрах, полученную организмом при гамма облучении, если экспозиционная доза равна: 1,0 и 25,0 Р; 100,0 и 25,0 мР;

18. Рассчитать эквивалентную дозу в бэрах, полученную животным при гамма облучении, если поглощенная доза равна: 0,5 и 5,0 рад; 10,0 и 25,0 мрад;

19. Рассчитать эквивалентную дозу в бэрах, полученную биологическим объектом при нейтронном облучении, если поглощенная доза равна: 0,5 и 5,0 Гр; 10,0 и 25,0 мГр;

б) Для самостоятельной работы начертите в рабочей тетради табл. А и рассчитайте поглощенную дозу.

Таблица А – Расчет доз при внешнем гамма-облучении

Радиоизо- топ	К-во изотопа	Доза за 1 час на расстоянии от источника, рад		Доза за 1 сутки на расстоянии от источника, рад	
		1 см	10 см	0,5 м	1 м
1.	1 мКи				
	0,1 мКи				
2.	1 мКи				
	0,1 мКи				

б) критерии оценивания компетенций (результатов)

- правильность выполнения задания;

в) описание шкалы оценивания

- оценивание проводится по бальной системе в диапазоне от «0» до «1» баллов.

Критерии оценки: правильность выполнения задания (0-1 баллов).

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств разработан в отделении биотехнологий ИАТЭ НИЯУ МИФИ

Рассмотрен на заседании отделения
биотехнологий и рекомендован к одобрению
Ученым советом ИАТЭ НИЯУ МИФИ

(протокол № 9/1 от « 21 » 04 2023 г.)

Начальник отделения биотехнологий ИАТЭ
НИЯУ МИФИ



А.А. Котляров