

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

Общая физика (механика)

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**
УКЕ-1	Способен использовать знания естественнонаучных дисциплин, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в поставленных задачах	З-УКЕ-1 знать: основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования У-УКЕ-1 уметь: использовать математические методы в технических приложениях, рассчитывать основные числовые характеристики случайных величин, решать основные задачи математической статистики; решать типовые расчетные задачи В-УКЕ-1 владеть: методами математического анализа и моделирования; методами решения задач анализа и расчета характеристик физических систем, основными приемами обработки экспериментальных данных, методами работы с прикладными программными продуктами
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 знаниеевые 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 корректизы 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, 1 семестр			
1.	Физические основы механики	ОПК-3 Знать: - основные законы движения. Уметь: - применять основные законы механики к решению физических задач; - обрабатывать экспериментальные	Коллоквиум

		результаты и оценивать погрешности измерений.	
2.	Специальная теория относительности	ОПК-3 Знать: - основные законы движения. Уметь: - применять основные законы механики к решению физических задач; - обрабатывать экспериментальные результаты и оценивать погрешности измерений.	Контрольная работа №1
Промежуточный контроль, 1 семестр			
	Экзамен		Билеты
Всего:			

6.2. Типовые контрольные задания или иные материалы

6.2.1. а) Экзамен, типовые вопросы - образец:

1-ый семестр «Физические основы механики»

1. В чем суть координатного, векторного и естественного способов задания движения.
2. Что называется траекторией точки? Как получить уравнение траектории?
3. Что называют радиус- вектором точки?
4. Что называется скоростью точки?
5. Как получить проекции скорости и определить модуль скорости при описании движения координатным и естественным способами?
6. Что называется ускорением точки?
7. Как получить проекции ускорения и определить модуль ускорения при описании движения координатным и естественным способами?
8. Что такое путь? Как вычислить путь при неравномерном движении точки?
9. Какими кинематическими характеристиками описывается вращательное движение твердого тела? Почему это удобно?
10. Как связана линейная скорость точки твердого тела с угловой скоростью тела при его вращении?
11. Сформулируйте законы Ньютона. Определите границы применимости законов Ньютона.
12. Раскройте смысл второго закона Ньютона как основного уравнения динамики точки.
13. Почему поступательное движение твердого тела можно описать как движение материальной точки.
14. Раскройте понятие силы в механике. Перечислите свойства сил?
15. Какие системы отсчета называются неинерциальными? Приведите примеры.
16. Что Вы понимаете под силами инерции? В чем их отличие и в чем сходство с силами, о которых идет речь в законах Ньютона.
17. Запишите основное уравнение динамики точки относительного движения. Поясните смысл физических величин в нем.
18. Как выражается сила инерции в неинерциальной системе отсчета, движущейся поступательно относительно инерциальной.

19. Как выражается сила (силы) инерции в неинерциальной системе отсчета, вращающейся с постоянной угловой скоростью относительно инерциальной, если: а) точка покоятся в инерциальной системе отсчета; б) точка движется с постоянной скоростью относительно неинерциальной системы отсчета.
20. Сопоставьте силу гравитационного притяжения, действующую на тело со стороны Земли, и силу тяжести. В каких точках поверхности Земли они одинаковы?
21. Как направлена сила тяжести на произвольной широте?
22. Как зависит величина ускорения свободного падения от широты местности. На какой широте ускорение свободного падения имеет наименьшее значение.
23. Что называют механической системой тел? Какую систему тел называют замкнутой? Какие силы называют внутренними, какие - внешними.
24. Сформулируйте и запишите теорему об изменении импульса системы тел (в дифференциальной и интегральной формах). Поясните смысл, входящих в нее физических величин.
25. Сформулируйте закон сохранения импульса.
26. Приведите примеры сохранения импульса или его проекции в незамкнутой системе тел.
27. Что Вы называете центром масс системы. Запишите теорему о движении центра масс системы. При каких условиях центр масс системы покоятся; будет двигаться постоянной скоростью?
28. Дайте определение кинетической энергии частицы. Запишите ее формулу.
29. Что Вы понимаете под кинетической энергией системы частиц.
30. Раскройте понятие работы. Как вычислить работу постоянной силы? Как вычислить работу переменной силы?
31. Может ли работа силы быть равной нулю? Отрицательной? Приведите примеры.
32. Сформулируйте теорему об изменении кинетической энергии частицы.
33. Раскройте понятие потенциальной энергии частицы.
34. Какие силы называют консервативными. Приведите примеры. Как связана работа консервативной силы с изменением потенциальной энергии частицы.
35. Раскройте смысл понятия « поле сил».
36. Как найти силу, действующую на частицу, со стороны поля, если известна функция потенциальной энергии $U(x,y,z)$ частицы в этом поле.
37. Раскройте понятие полной механической энергии частицы.
38. Сформулируйте теорему об изменении полной механической энергии частицы.
39. Какие силы называют неконсервативными. Приведите примеры.
40. Сформулируйте условия, при которых полная механическая энергия частицы сохраняется.
41. Сформулируйте закон сохранения механической энергии для системы тел.
42. В чем заключается особенность процессов, объединяемых терминами : «столкновение» или «удар».
43. Какой удар тел называется упругим; неупругим?
44. Что называют коэффициентом восстановления. В чем его физический смысл?
45. Какие законы сохранения применяются для упругого центрального удара шаров.
46. Какие законы сохранения применяются для абсолютно неупругого центрального удара шаров.
47. Дайте определение момента силы относительно произвольной точки?
48. Что называют моментом силы относительно оси? Как его вычислить?
49. Раскройте понятие момента импульса частицы относительно произвольной точки.
50. Запишите уравнение моментов.
51. Для системы тел сформулируйте и запишите теорему об изменении момента импульса (в дифференциальной и интегральной формах). Поясните смысл, входящих в нее физических величин.
52. Сформулируйте условия, при которых момент импульса системы тел сохраняется
53. Какое движение твердого тела называют вращательным.

54. Почему при описании вращательного движения тела предпочтение отдается угловым характеристикам движения.
55. Раскройте смысл кинематических характеристик: вектор элементарного угла поворота, угол поворота, вектор угловой скорости, угловое ускорение.
56. Что Вы понимаете под моментом импульса твердого тела. Как можно выразить момент импульса твердого тела, вращающегося вокруг своей оси симметрии, через угловую скорость и осевой момент инерции.
57. Раскройте понятие момента инерции тела относительно оси.
58. Как вычислить момент инерции однородного сплошного тела. Приведите примеры.
59. С какой целью используется теорема Штейнера.
60. Запишите уравнение динамики вращательного движения тела. Поясните смысл, входящих в него физических величин.
61. Запишите формулу для вычисления кинетической энергии тела, вращающегося вокруг неподвижной оси.
62. Какое движение твердого тела называют плоскопараллельным.
63. На какие два простейших вида движения его можно разложить. Поясните Ваши рассуждения на примере (рисунке). Является ли разложение плоскопараллельного движения на поступательное и вращательное однозначным?
64. Поясните с помощью рисунка, что при всех вариантах разложения плоского движения на поступательное и вращательное угловые характеристики вращательной составляющей движения остаются неизменными.
65. Какая ось вращения называется мгновенной?
66. Каким уравнением динамики описывается поступательная составляющая движения.
Каким уравнением динамики описывается вращательная составляющая движения.
Почему Вы остановили ваш выбор на этих уравнениях?
67. Запишите формулу для вычисления кинетической энергии тела при плоско-параллельном движении.
68. В чем состоит допущение приближенной теории гироскопа.
69. Объясните прецессию гироскопа.
70. Что является предметом изучения СТО?
71. Сформулируйте постулаты СТО.
72. Вспомните преобразования Лоренца для координат и времени.
73. Что называется «собственным временем». Получите выражение для собственного времени жизни частицы как следствие из преобразований Лоренца.
74. Что называется «собственной длиной». Получите выражение для собственной длины движущегося стержня как следствие из преобразований Лоренца.
75. Означает ли одновременность двух событий в одной системе отсчета их одновременность в другой системе отсчета. Дайте ответ на основании анализа следствий из преобразований Лоренца.
76. Что называется интервалом между событиями в СТО?
77. Какие интервалы называются времени-, свето-,пространственноподобными?
78. Какие интервалы разделяют события, которые могут быть связаны причинно-следственной связью? Объясните почему.
79. Запишите основное уравнение релятивистской динамики.
80. Какой формулой выражается релятивистский импульс?
81. Какой формулой выражается полная энергия свободной частицы?
82. Что следует понимать под кинетической энергией свободной релятивистской частицы.
83. Что Вы понимаете под энергией покоя.
84. Как связана кинетическая энергия релятивистской частицы с ее импульсом.
85. Какие физические величины инвариантны по отношению к преобразованиям Лоренца.
- Приведите примеры.

б) 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; – 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	Студент демонстрирует: <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:

Раздел «Физические основы механики»

1. Третий закон Ньютона. Конечность скорости распространения взаимодействия
2. Кинематика вращательного движения.
3. Сила тяжести и вес тела.
4. Связь ускорений в инерциальной и неинерциальной системах отсчета
5. Проекции скорости и ускорения в декартовой системе координат.
6. Вычисление пути, проходимого точкой при неравномерном движении.
7. Масса инертная и масса гравитационная
8. Векторный, координатный и естественный способы задания движения.

9. Масса и импульс тела. Законы Ньютона.
10. Сила. Масса. Второй закон Ньютона. Основное уравнение динамики материальной точки
11. Векторный, координатный и естественный способы задания движения.
12. Перемещение, скорость и ускорение
13. Конечность скорости распространения взаимодействия
14. Неинерциальные системы отсчета. Основное динамики в неинерциальной системе отсчета уравнение
15. Скорость и ускорение в естественном способе задания движения (нормальное и тангенциальное ускорения).
16. Основное уравнение динамики в неинерциальной системе отсчета.
17. Силы инерции
18. Теорема о движении центра инерции системы тел
19. Сила тяжести и вес тела.
20. Сила Кориолиса
21. Центробежная сила инерции

6) 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:

Контрольная работа №1, типовые задания – образец:

1. В 79 году произошло знаменитое извержение Везувия, а в 1054 г. на небе наблюдали сверхновую звезду, расстояние до которой равно $R=3588$ световых лет. Найдите скорость V системы отсчета, в которой это извержение Везувия и взрыв сверхновой произошли одновременно.
2. В 472 г. произошло очередное сильное извержение Везувия, а в 1572 г. Тихо Браге наблюдал на небе сверхновую, расстояние до которой равно $R = 1174$ световых лет. Найдите скорость V системы отсчета в которой это извержение Везувия произошло на 1000 лет позже момента взрыва сверхновой звезды 3.
3. В 685 году произошло очередное сильное извержение Везувия, а в 1604 году Кеплер наблюдал на небе сверхновую звезду, расстояние до которой равно $R = 3262$ световых года. Найдите скорость V системы отсчета, в которой это извержение Везувия произошло на 1000 лет раньше момента взрыва сверхновой звезды.
4. Нестабильная частица родилась и распалась в одной и той же точке. Время жизни частицы равно $\tau = 1$ мкс. Найдите скорость V системы отсчета, в которой расстояние между точками рождения и распада равно $l=3$ км.
5. Нейтрон родился в атмосфере Земли, полетел в некотором направлении в космическое пространство и через некоторое время распался. Кинетическая энергия нейтрона равна $T=2$ ГэВ (энергия покоя $0.94 mc^2 =$ ГэВ). Найдите скорость системы V отсчета, в которой нейтрон родился и распался в одной и той же точке.
6. Навигационный спутник вращается вокруг Земли по орбите, высота которой равна $h=1.9 \cdot 10^4$ км. На какое время Δt атомные часы на этом спутнике отстанут из-за лоренцевского замедления темпа хода движущихся часов от аналогичных часов на Земле за одни сутки?
7. Нестабильная частица родилась в атмосфере на высоте $h=10$ км и распалась вблизи поверхности Земли. Полная энергия частицы равна $E=300$ ГэВ (энергия покоя $0.14 mc^2 =$ ГэВ), а ее скорость направлена под углом 600 к вертикали. Найдите отношение собственного времени $\Delta t'$ жизни этой частицы к ее среднему времени жизни $\tau=2.6 \cdot 10^{-8}$ с
8. Нейтроны с энергией E рождаются в гипотетическом источнике в центре Галактики и некоторая их часть летит по направлению к Земле, а половина из этой части долетает до Земли. Расстояние от Земли до центра Галактики равно $2.6 \cdot 10^4$ световых лет. Среднее время жизни нейтрона $\tau=887$ с, а энергия покоя $0.94 mc^2 =$ ГэВ. Найдите энергию E этих нейронов.
9. По прямой в одном и том же направлении летят две частицы с одинаковыми скоростями $V = 0.999 \cdot c$. В лабораторной системе отсчета до неподвижной мишени сначала долетает первая частица, а через промежуток времени $\Delta t=100$ нс по лабораторным часам – вторая. Найдите время $\Delta t'$ запаздывания второй частицы относительно первой в системе отсчета, связанной с частицами.
10. Два космических корабля летят к Земле по прямой с одинаковыми скоростями друг за другом. Второй корабль приблизился к Земле спустя два месяца после первого по лабораторным часам на Земле. Время $\Delta t'$ запаздывания второго корабля относительно

- первого в системе отсчета, связанной с кораблями равно 4 месяцам. Найдите скорость V космических кораблей.
11. На ускорителе из большого числа одинаковых нестабильных частиц формируются два одинаковых сгустка, которые летят по прямой друг за другом с одинаковой скоростью $V = 0.99c$.
 12. Две частицы летят навстречу друг другу со скоростями, которым соответствуют лоренцевские факторы $\gamma_1 = 10^3$ и $\gamma_2 = 10^5$. Найдите величину лоренцевского фактора γ одной из частиц в системе покоя другой.
 13. На ускорителе (большом адронном коллайдере) сталкиваются два протона, летящие навстречу друг другу. Полная энергия каждого протона равна $E_0 = 7 \cdot 10$ ГэВ (энергия покоя $0.94 mc^2 = \text{ГэВ}$). Найдите энергию E одного из протонов в системе покоя другого.
 14. Частица летит в направлении оси ОХ лабораторной системы отсчета со скоростью $V = 0.9999c$. В системе отсчета, связанной с этой частицей ось О'Х' параллельна оси ОХ. В этой системе отсчета вдоль оси О'Y' по 6 направлению к частице летит фотон. Под каким углом α относительно оси ОХ лабораторной системы отсчета летит этот фотон?
 15. Нестабильная частица (нейтральный пи-мезон) летит в направлении оси ОХ лабораторной системы отсчета и распадается на два гамма-кванта. В системе отсчета, связанной с этой частицей ось О'Х' параллельна оси ОХ. В этой системе один из гамма-квантов летит в направлении оси О'Y', а другой - в противоположном. Полная энергия частицы равна $E = 135$ ГэВ (энергия покоя $0.135 mc^2 = \text{ГэВ}$). Найдите угол α между направлениями разлета этих гамма-квантов в лабораторной системе отсчета.
 16. Два ядра свинца летят навстречу друг другу с одинаковыми скоростями и сталкиваются. При столкновении рождаются тысячи разных частиц, которые разлетаются изотропно в системе центра масс. Полная энергия каждого ядра в лабораторной системе отсчета равна $E = 2.87 \cdot 10^5$ ГэВ (энергия покоя $195 mc^2 = \text{ГэВ}$). Скорости разлета частиц в системе центра масс приближенно равны $V = 0.9999$ с. Найдите угол α раствора конуса, в котором летит 99% всех частиц в системе отсчета, связанной с одним из ядер.
 17. В ускорителе (большом адронном коллайдере) протоны из-за воздействия магнитного поля движутся по окружности радиуса $R = 4.3$ км. Индукция магнитного поля равна $B = 5.43$ Тл и ее вектор направлен перпендикулярно к плоскости траектории. Найдите полную энергию E протона. Энергия покоя протона $0.94 mc^2 = \text{ГэВ}$, заряд $e = 1.6 \cdot 10^{-19}$ Кл.
 18. В космическом пространстве протон движется по окружности в плоскости перпендикулярной линиям индукции магнитного поля, которая равна $2 \cdot 10^{-10} B = \cdot$ Тл. Полная энергия протона равна $E = 107$ ГэВ. Найдите радиус R этой окружности. Энергия покоя протона $0.94 mc^2 = \text{ГэВ}$, заряд $e = 1.6 \cdot 10^{-19}$ Кл.
 19. Электрон начинает двигаться по прямой с постоянным ускорением в сопутствующей системе отсчета и через некоторое время t достигает скорости $V = 0.9999$ с. Если бы электрон двигался с постоянным ускорением, той же величины в соответствии с законами кинематики Ньютона, той же скорости он достиг бы он достиг бы за время t_h . Найдите отношение t/t_h этих времен.
 20. Электрон (энергия покоя $511 ,0 mc^2 = \text{МэВ}$) начинает двигаться по прямой с постоянным ускорением в сопутствующей системе отсчета и достигает энергии $E = 511$ ГэВ за время $t = 10^{-4}$ с в лабораторной системе отсчета. Найдите собственное время t' , за которое электрон достигает этой энергии E .

21. Протон с полной энергией $E = 9.4 \cdot 10^3$ (энергия покоя $0.94 \text{ mc}^2 = \text{ГэВ}$) и огромное плазменное облако движутся навстречу друг другу с одинаковыми скоростями. Из-за воздействия магнитного поля протон абсолютно упруго отражается от облака. Найдите полную энергию E_0 этого отраженного протона в лабораторной системе отсчета.
22. Две частицы летели одна за другой по прямой с одинаковой скоростью $V = 0.6c$ в лабораторной системе отсчета и попали в неподвижную мишень с интервалом времени $\Delta t = 50\text{нс}$. Найдите расстояние l' между частицами в системе отсчета, в которой они покоились столкновения с мишенью.
23. Две частицы летят по прямой в одном направлении с одинаковыми скоростями скоростью $V = 0.99c$ в лабораторной системе отсчета. Расстояние между ними в этой системе отсчета $l=120\text{м}$. В системе отсчета, связанной с частицами, эти частицы распались одновременно. Найдите промежуток времени Δt между моментами распада частиц в лабораторной системе координат.
24. Частица, полная энергия которой равна E , движется со скоростью $V=c$. Найдите массу m этой частицы.
25. Частица, полная энергия которой равна $E=9.9 \text{ ГэВ}$ движется со скоростью $V = 0.9999c$. Найдите энергию покоя mc^2 этой частицы.
26. Два протона летят навстречу друг другу. Полная энергия каждого протона в лабораторной системе отсчета равна $E = 7 \cdot 10^3 \text{ ГэВ}$. Найдите энергию покоя Mc^2 этой системы.

6) 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; – 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: – 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	Студент демонстрирует: – незнание значительной части программного материала; – не владение понятийным аппаратом дисциплины; – существенные ошибки при изложении учебного материала; – неумение строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; – неумение делать выводы по излагаемому материалу.

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 облучения, 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

Радиоизотоп	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.

Критерий 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