

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Таскаев Сергей Васильевич  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 05.09.2025 12:05:42  
Уникальный программный ключ:  
04c19ed86fb98f506c677a486b9a6788b8522523



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Физический факультет  
Кафедра общей и теоретической физики  
Фонд оценочных средств по дисциплине «Взаимодействие излучения с веществом» по направлению подготовки 03.03.02 «Физика» направленности (профилю) Физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа – 1	стр. 1	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	--------	------------------------	---------------

**Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации  
по дисциплине (модулю)  
Взаимодействие излучения с веществом**

Направление подготовки (специальность)  
03.03.02 Физика

Направленность (профиль)  
Физика

Присваиваемая квалификация (степень)  
Бакалавр

Форма обучения  
Очная

Челябинск, 2025 г.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)  
Физический факультет  
Кафедра общей и теоретической физики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Взаимодействие излучения с веществом» по направлению подготовки  
03.03.02 «Физика» направленности (профилю) Физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа – 1

стр. 2

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

КОПИЯ № \_\_\_\_\_

## Содержание

1. Паспорт фонда оценочных средств
2. Перечень формируемых компетенций
3. Содержание оценочных средств по дисциплине
  - 3.1. Виды оценочных средств
  - 3.2. Содержание оценочных средств
4. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации
  - 4.1. Порядок проведения промежуточной аттестации
  - 4.2. Результаты промежуточной аттестации и уровни сформированности компетенций



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)  
Физический факультет  
Кафедра общей и теоретической физики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Взаимодействие излучения с веществом» по направлению подготовки  
03.03.02 «Физика» направленности (профилю) Физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа – 1

стр. 3

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

КОПИЯ № \_\_\_\_\_

## 1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Направление подготовки: 03.03.02 Физика

Направленность (профиль): Физика

Дисциплина: Взаимодействие излучения с веществом

Семестр изучения: 7

Форма промежуточной аттестации: экзамен

Система оценивания: оценивание результатов осуществляется в рамках 5-балльной системы.

## 2. ПЕРЕЧЕНЬ ФОРМИРУЕМЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ

### 2.1. Компетенции, закреплённые за дисциплиной

Изучение дисциплины «Взаимодействие излучения с веществом» направлено на формирование следующих компетенций:

Коды компетенции (по ФГОС)	Содержание компетенций согласно ФГОС	Индикаторы достижения компетенций согласно ОПОП	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-1	Способен применять специализированные знания, полученные в области физических наук, при проведении научно-исследовательских разработок	ПК-1.1. Обладает знаниями об основных методах проведения научно-исследовательских разработок в области физических наук; о способах планирования и организации исследований; ПК-1.2. Демонстрирует умения: проводить поиск, изучение и обобщение научного опыта в соответствующей области исследований; определять цели и задачи планируемых исследований и разработок; проводить исследование, составлять его описание, формулировать выводы по полученным результатам;	<u>Знать</u> : Для достижения ПК-1.1: законы, методы и подходы теоретической физики для описания микроскопических процессов взаимодействия заряженных, нейтральных частиц и квантов электромагнитного излучения с веществом (теория столкновений), а также методы теоретического описания эволюции поля излучения в веществе (теория переноса); <u>Уметь</u> : Для достижения ПК-1.2: применять законы, методы и подходы теории столкновений и теории переноса; <u>Владеть</u> : Для достижения ПК-1.3: навыком решения



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)  
Физический факультет  
Кафедра общей и теоретической физики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Взаимодействие излучения с веществом» по направлению подготовки  
03.03.02 «Физика» направленности (профилю) Физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа – 1

стр. 4

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

КОПИЯ № \_\_\_\_\_

		ПК-1.3. практический (навыки) в области физических наук: проведения научных исследований в соответствии с поставленной целью; составления отчетов по теме и по результатам проведенных научно- исследовательских разработок.	Имеет опыт в области наук: научных исследований в соответствии с целью; отчетов по результатам научно- исследовательских разработок.	конкретных задач	физических задач
--	--	--	--	---------------------	---------------------

### 3. СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

#### 3.1 Виды оценочных средств

№ п/п	Код компетенции/ планируемые результаты обучения	Контролируемы е темы/ разделы	Наименова ние оценочного средства для текущего контроля	Наименование оценочного средства на промежуточной аттестации/№ задания
1	ПК-1 <u>Знать:</u> Для достижения ПК-1.1: законы, методы и подходы теоретической физики для описания микроскопических процессов взаимодействия заряженных, нейтральных частиц и квантов электромагнитного	Теория столкновений	Задачи к практическ им занятиям; вопросы к экзамену	Задачи к практическим занятиям №1-3; вопросы к экзамену №1-15



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)  
Физический факультет  
Кафедра общей и теоретической физики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Взаимодействие излучения с веществом» по направлению подготовки  
03.03.02 «Физика» направленности (профилю) Физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа – 1

стр. 5

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

КОПИЯ № \_\_\_\_\_

излучения с веществом (теория столкновений), а также методы теоретического описания эволюции поля излучения в веществе (теория переноса); <u>Уметь:</u> Для достижения ПК-1.2: применять законы, методы и подходы теории столкновений и теории переноса; <u>Владеть:</u> Для достижения ПК-1.3: навыком решения конкретных физических задач	Теория переноса	Задачи к практическим занятиям; вопросы к экзамену	Задачи к практическим занятиям №4-7; вопросы к экзамену №16-31
---	-----------------	--	--

Типовые задания, критерии и показатели оценивания в рамках текущего контроля представлены в рабочей программе дисциплины (модуля) «Взаимодействие излучения с веществом». Полные комплекты оценочных средств и контрольно-измерительных материалов хранятся на кафедре.

### 3.2 Содержание оценочных средств

#### Задачи к практическим занятиям

##### Раздел 1. Теория столкновений

1. Рассчитать и построить графики дифференциального по углу сечения рассеяния заряженных частиц в экранированном кулоновском поле. Провести анализ, написать отчет.
2. Рассчитать и построить графики углового распределения и спектрального состава тормозного излучения. Провести анализ, написать отчет.
3. Рассчитать и построить графики сечений когерентного и комптоновского рассеяния. Провести анализ, написать отчет.

##### Раздел 2. Теория переноса

1. Рассчитать вид решения кинетического уравнения в  $R_N$  приближении. Провести анализ, написать отчет.
2. Написать программу для расчета интегралов методом случайных испытаний (методом Монте-Карло). Провести анализ, написать отчет.
3. Написать программу для расчета траекторий частиц в однородной среде методом Монте-Карло. Провести анализ, написать отчет.
4. Написать программу для аналогового вычисления характеристик поля излучения по случайным траекториям. Провести анализ, написать отчет.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)  
Физический факультет  
Кафедра общей и теоретической физики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Взаимодействие излучения с веществом» по направлению подготовки  
03.03.02 «Физика» направленности (профилю) Физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа – 1

стр. 6

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

КОПИЯ № \_\_\_\_\_

## Вопросы к экзамену

1. Кинематика упругих столкновений (нерелятивистский случай).
2. Кинематика упругих столкновений (релятивистский случай).
3. Кинематика неупругих столкновений.
4. Сечение столкновений и дифференциальное сечение рассеяния Преобразование сечений.
5. Макроскопическое сечение рассеяния, удельные потери энергии, пробег.
6. Классическая теория упругого рассеяния.
7. Квантовая теория упругого рассеяния. Первое борновское приближение.
8. Взаимодействие заряженных частиц с веществом. Формула Резерфорда.
9. Ионизационные потери энергии заряженными частицами.
10. Классическая теория радиационных потерь энергии. Угловое распределение тормозного излучения.
11. Рассеяние электромагнитных волн свободным зарядом.
12. Некогерентное (комбинационное) рассеяние.
13. Комптоновское рассеяние. Фотоэффект.
14. Образование электрон-позитронных пар.
15. Взаимодействие нейтронов с веществом.
16. Основные понятия теории переноса. Характеристики поля излучения.
17. Кинетическое уравнение Больцмана. Граничные условия.
18. Кинетическое уравнение в одномерном случае. Кинетическое уравнение для равновесного спектра.
19. Кинетическое уравнение в приближении непрерывного замедления.
20. Кинетическое уравнение в приближении малых углов.
21. Уравнение Колмогорова-Чепмена.
22. Угловое распределение частиц в приближение Фоккера-Планка.
23. Угловое распределение частиц, прошедших путь  $l$ .
24. Решение кинетического уравнения в приближении непрерывного замедления.
25. Разложение кинетического уравнения по системе ортогональных функций.
26.  $R_N$ -приближение.
27. Диффузионное приближение.
28. Флуктуации. Флуктуации числа столкновений в однородной среде.
29. Метод Монте-Карло. Основные принципы, примеры использования.
30. Моделирование траекторий заряженных частиц методом Монте-Карло.
31. Аналоговое вычисление характеристик поля излучения по случайным траекториям.

## 4. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 4.1. Порядок проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена.

Экзаменационный билет содержит два теоретических вопроса и задачу. Время подготовки к ответу на вопросы билета – 60 минут. Во время подготовки можно



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)  
Физический факультет  
Кафедра общей и теоретической физики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Взаимодействие излучения с веществом» по направлению подготовки  
03.03.02 «Физика» направленности (профилю) Физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа – 1

стр. 7

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

КОПИЯ № \_\_\_\_\_

использовать конспекты лекций.

#### 4.2. Результаты промежуточной аттестации и уровни сформированности компетенций

Задания к практическим занятиям студенты выполняют в течение семестра на практических занятиях и в форме самостоятельной работы. Задачи сгруппированы по темам практических занятий. В течение семестра студент должен сдать отчет по каждой теме. Отчет по теме считается сданным вовремя, если он сдан в течение месяца после изучения темы на практическом занятии. Отчет подразумевает решение задач из предложенного списка задач и умение объяснить ход решения

Критерии оценивания отчета по темам практических занятий:

Оценка	Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Характеристики ответа	Решено > 80% задач, отчет сдан вовремя	Решено >80% задач, отчет сдан не вовремя	Решено <80% задач, отчет сдан не вовремя	Задачи не решены
Уровень освоения проверяемых компетенций	высокий	средний	базовый	недостаточный

Если студент за время работы в семестре не сдал ни одной задачи, то студент не допускается до сдачи экзамена.

**Экзамен:** в билете два теоретических вопроса и одна задача. Если студент за время работы в семестре выполнил практические задания, то он освобождается от решения задачи на экзамене.

Критерии оценивания теоретических вопросов:

Характеристики ответа	Уровень освоения проверяемых компетенций
Отвечал на оба вопроса билета, воспроизвел соответствующие математические выкладки и логические рассуждения, задача полностью решена, студент правильно обосновывает принятые решения. Возможны несущественные ошибки.	высокий
Студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, но при этом допускаются негрубые ошибки при выводе формул и решении задачи или отсутствие некоторых элементов вывода.	средний
Знает «теоретический минимум», т.е. отвечает на вопрос базового уровня и знает основные понятия, соотношения	базовый



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)  
Физический факультет  
Кафедра общей и теоретической физики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Взаимодействие излучения с веществом» по направлению подготовки  
03.03.02 «Физика» направленности (профилю) Физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа – 1

стр. 8

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

КОПИЯ № \_\_\_\_\_

(без вывода), название и физический смысл величин по  
другим вопросам билета.

Не может ответить на вопрос базового уровня

недостаточный

Особенности проведения процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья обозначены в рабочей программе дисциплины (модуля).

Уровни сформированности компетенций определяется следующим образом:

1. Высокий уровень сформированности компетенций соответствует оценке отлично: предполагает формирование компетенций на высоком уровне: студент свободно владеет основной терминологией и понятийным аппаратом раздела теоретической физики «Взаимодействие излучения с веществом», что позволяет формулировать выводы и участвовать в дискуссии по учебным вопросам данной дисциплины; полностью сформировано умение применять полученную теоретическую базу для решения конкретных практических задач и уверенно владеть навыком их решения;
2. Средний уровень соответствует оценке хорошо: предполагает формирование компетенций на среднем уровне: студент хорошо владеет основной терминологией и понятийным аппаратом раздела теоретической физики «Взаимодействие излучения с веществом»; сформировано умение применять полученную теоретическую базу для решения конкретных практических задач и владеть навыками решения базовых задач;
3. Базовый уровень соответствует оценке удовлетворительно: предполагает формирование компетенций на начальном уровне: студент знает «теоретический минимум» и недостаточно владеет методами решения базовых задач по дисциплине «Взаимодействие излучения с веществом»;
4. Низкий уровень соответствует оценке неудовлетворительно: студент не владеет основной терминологией и понятийным аппаратом раздела теоретической физики «Взаимодействие излучения с веществом»; не владеет навыками решения базовых задач по дисциплине «Взаимодействие излучения с веществом».

