

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Таскаев Сергей Валерьевич  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 05.09.2025 12:05:42  
Уникальный программный ключ:  
04c19ed8bb98f3b6cb77a48bb9a8788bb922523



МИНОБРАЗОВАНИЯ 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 «Лазерная физика» по направлению подготовки (специальности)  
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)  
Лазерная физика**

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 «Лазерная физика» по направлению подготовки (специальности)  
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 «Лазерная физика» по направлению подготовки (специальности)  
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: Лазерная физика

Семестр: 6

Форма промежуточной аттестации: зачет

Система оценивания: с использованием балльно-рейтинговой системы.

## 2. ПЕРЕЧЕНЬ ФОРМИРУЕМЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ И ЭТАПЫ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ

### 2.1. Компетенции, закреплённые за дисциплиной

Изучение дисциплины «Лазерная физика» 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; ПК-1.3. Имеет практический опыт	<u>Знать</u> : Для достижения ПК-1.1: основные принципы волновой оптики, основные идеи применения теории волновой оптики для исследования и описания лазерных систем; <u>Уметь</u> : Для достижения ПК-1.2: использовать полученные знания для описания работы лазеров; <u>Владеть</u> : Для достижения ПК-1.3: навыком решения конкретных задач в области лазерной физики



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 «Лазерная физика» по направлению подготовки (специальности)  
03.03.02 «Физика» направленности (профилю) Физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 4

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

КОПИЯ № \_\_\_\_\_

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

### 3. СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

#### 3.1 Виды оценочных средств

№ п/п	Код компетенции/ планируемые результаты обучения	Контролируемые темы/ разделы	Наименование оценочного средства для текущего контроля	Наименование оценочного средства на промежуточной аттестации/№ задания
1	ПК-1 <u>Знать:</u> Для достижения ПК-1.1: основные принципы волновой оптики, основные идеи применения теории волновой оптики для исследования и описания лазерных систем; <u>Уметь:</u> Для достижения ПК-1.2: использовать полученные знания для описания работы лазеров; <u>Владеть:</u> Для достижения ПК-1.3: навыком решения конкретных задач в области лазерной физики	Волновая модель движения. Дифракция электромагнитных волн	Задания к практическим занятиям (тема 1), тест	Вопросы к зачету №1-8
		Фурье-оптика. Применения методов волновой оптики	Задания к практическим занятиям (тема 2), тест	Вопросы к зачету №9-11
		Источники электромагнитного излучения. Открытые резонаторы и лазеры	Задания к практическим занятиям (тема 3), тест	Вопросы к зачету № 12-17

#### 3.2 Содержание оценочных средств

##### Типовые задания к практическим занятиям

Перечень задач и вопросов для проверки знания приведен в учебном пособии  
Иванов А.Ф. Физика лазеров: учебное пособие: [в 2 частях]. Ч.1.  
(<http://www.lib.csu.ru/local/007732/IvanovAF.pdf>)



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 «Лазерная физика» по направлению подготовки (специальности)  
03.03.02 «Физика» направленности (профилю) Физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 5

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

КОПИЯ № \_\_\_\_\_

### Типовые вопросы к тесту

№	Вопрос	Варианты ответов
1.	Дайте определение фазовой скорости	1. $v = \frac{\lambda}{T}$ 2. $v = \frac{d\vartheta}{dk}$
2.	Дайте определение групповой скорости	1. $v = \frac{\lambda}{T}$ 2. $v = \frac{d\vartheta}{dk}$
3.	Запишите основное условие наблюдения интерференции	Когерентность
4.	Сформулируйте закон Малюса	$I_A = I_p \cos^2 \alpha$
5.	Условие наблюдения минимумов интерференционной картины	$\Delta\lambda = 2(m+1)\frac{\lambda}{2}, \quad m = \pm 1, \pm 2 \dots$
6.	Условие наблюдения максимумов интерференционной картины	$\Delta\lambda = 2m\frac{\lambda}{2}, \quad m = \pm 1, \pm 2 \dots$
7.	Дайте определение дифракции волны	Взаимодействие волны с рассеивающими объектами
8.	Сформулируйте принцип Гюйгенса-Френеля	1. <ul style="list-style-type: none"><li>Каждая точка фронта волны является источником вторичных полусферических когерентных волн.</li><li>Новый фронт волны представляет собой огибающую поверхность соответствующих вторичных волн</li></ul> 2. Каждая точка фронта волны является источником вторичных полусферических когерентных волн. 3. Новый фронт волны представляет собой огибающую поверхность соответствующих вторичных волн
9.	Какое фундаментальное предположение относительно излучения и поглощения электромагнитных волн позволило Планку вывести формулу спектра абсолютно черного тела,	1. Электромагнитное излучение испускается в виде отдельных порций (квантов) энергии $\varepsilon = \hbar\omega$ 2. Энергия равномерно распределена по частотам



	пригодную для всех областей спектра?	
10.	В основу какой формулы положен принцип о равномерном распределении энергии по частотам	1. Формула Планка 2. <b>Формула Рэлея-Джинса</b>
11.	Укажите формулу Планка для спектральной плотности абсолютно черного тела	1. $\rho(\omega) = \frac{\hbar\omega^3}{\pi^2 c^3} \frac{1}{\exp\left(\frac{\hbar\omega}{kT}\right) - 1}$ 2. $\rho(\omega) = \frac{\omega^2}{\pi^2 c^3} kT$
12.	Укажите формулу Рэлея-Джинса для спектральной плотности абсолютно черного тела	1. $\rho(\omega) = \frac{\hbar\omega^3}{\pi^2 c^3} \frac{1}{\exp\left(\frac{\hbar\omega}{kT}\right) - 1}$ 2. $\rho(\omega) = \frac{\omega^2}{\pi^2 c^3} kT$
13.	Возможно ли равновесным излучением создать инверсную населенность в двухуровневой системе	Нет
14.	Что характеризует числовая апертура оптоволоконной системы	Допустимую расходимость луча света
15.	Назовите активный элемент для создания фемтосекундных лазеров	1. <b>Титан-сапфир</b> 2. Nd:YAG 3. p-n-p переход
16.	Запишите потенциальную энергию одномерного гармонического осциллятора	1. $U(x) = \frac{m\omega^2 x^2}{2}$ 2. $U(x) = \begin{cases} \infty, & x \notin [0, L] \\ 0, & x \in [0, L] \end{cases}$ 3. $E_n = \frac{\pi^2 \hbar^2}{2mL^2} n^2, \quad n = 1, 2, 3, \dots$ 4. $\Psi_n(x) = \sqrt{\frac{2}{L}} \sin\left(\frac{\pi x}{L} n\right)$
17.	Запишите потенциальную энергию частицы в одномерной потенциальной яме шириной $L$ с бесконечными стенками	1. $U(x) = \frac{m\omega^2 x^2}{2}$ 2. $U(x) = \begin{cases} \infty, & x \notin [0, L] \\ 0, & x \in [0, L] \end{cases}$



		$3. E_n = \frac{\pi^2 \hbar^2}{2mL^2} n^2, \quad n = 1, 2, 3 \dots$ $4. \Psi_n(x) = \sqrt{\frac{2}{L}} \sin\left(\frac{\pi x}{L} n\right)$
18.	Запишите кинетическую энергию частицы в одномерной потенциальной яме шириной $L$ с бесконечными стенками	$1. U(x) = \frac{m\omega^2 x^2}{2}$ $2. U(x) = \begin{cases} \infty, & x \notin [0, L] \\ 0, & x \in [0, L] \end{cases}$ $3. E_n = \frac{\pi^2 \hbar^2}{2mL^2} n^2, \quad n = 1, 2, 3 \dots$ $4. \Psi_n(x) = \sqrt{\frac{2}{L}} \sin\left(\frac{\pi x}{L} n\right)$
19.	Запишите собственные волновые функции частицы в одномерной потенциальной яме шириной $L$ с бесконечными стенками	$1. U(x) = \frac{m\omega^2 x^2}{2}$ $2. U(x) = \begin{cases} \infty, & x \notin [0, L] \\ 0, & x \in [0, L] \end{cases}$ $3. E_n = \frac{\pi^2 \hbar^2}{2mL^2} n^2, \quad n = 1, 2, 3 \dots$ $4. \Psi_n(x) = \sqrt{\frac{2}{L}} \sin\left(\frac{\pi x}{L} n\right)$
20.	Назовите квазичастицы в физике твердого тела	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Фонон</li><li>2. Плазмон</li><li>3. Экситон</li><li>4. <b>Все три</b></li></ol>
21.	Фонон является квантом	<ol style="list-style-type: none"><li>1. <b>колебаний плотности</b></li><li>2. плазменных колебаний</li><li>3. колебаний ионной плотности</li></ol>
22.	Между какими энергетическими зонами в полупроводнике создается инверсная населенность для получения лазерного эффекта?	Между валентной зоной и зоной проводимости
23.	Для описания каких частиц справедливо распределение Ферми?	<b>Электроны</b> Фотоны
24.	Что такое энергия Ферми?	Энергия последнего занятого квантового уровня для газа при $T=0$



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 «Лазерная физика» по направлению подготовки (специальности)  
03.03.02 «Физика» направленности (профилю) Физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1	стр. 8	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	--------	------------------------	---------------

<b>25.</b>	Для описания каких частиц справедливо распределение Бозе-Эйнштейна?	Электроны <b>Фотоны</b>
------------	---	----------------------------

### Вопросы к зачету

1. Движение по траектории, мгновенная скорость.
2. Волновое движение и фазовая скорость.
3. Волновой пакет. Групповая скорость.
4. Интерференции волн.
5. Пространственная и временная когерентности волн, полная и частичная когерентности волн.
6. Условие наблюдения минимумов и максимумов интерференционной картины.
7. Закон Малюса.
8. Дифракция волны.
9. Формирование изображения в трансляторе.
10. Отличие действительных изображений, формируемых одиночной линзой и транслятором.
11. Принцип пространственной фильтрации в трансляторе на примере световой волны, амплитуда которой промодулирована в направлении, поперечном направлению распространения по синусоидальному закону.
12. Три фундаментальных процесса взаимодействия электромагнитного излучения с веществом.
13. Связь порога генерации лазера с коэффициентами отражения зеркал резонатора и усиливающими параметрами среды
14. Закон ABCD.
15. Условие устойчивости моды в открытом резонаторе в приближении гауссовских пучков.
16. Продольные и поперечные моды открытого резонатора.
17. Синхронизация мод в лазерах. Необходимые условия для достижения предельно малых длительностей в лазерах с синхронизацией мод.

## 4. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 4.1. Порядок проведения промежуточной аттестации

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 (задачи сгруппированы в 3 темы). Отчет по теме считается сданным вовремя, если он сдан в течение месяца после изучения темы на практическом занятии. Отчет подразумевает решение 80% задач из предложенного списка задач и умение объяснить ход решения 1-2 задач из темы.

В п.4.2 приведена балльно-рейтинговая оценка всех мероприятий, проводимых в течение семестра. Для получения зачета необходимо набрать более 60 баллов. Если в



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 «Лазерная физика» по направлению подготовки (специальности)  
03.03.02 «Физика» направленности (профилю) Физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1	стр. 9	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	--------	------------------------	---------------

течение семестра студент зарабатывает требуемое количество баллов, зачет он получает «автоматом». В противном случае, недостающее количество баллов студент зарабатывает на зачете. Критерии оценивания зачетных мероприятий приведены в п. 4.2.

## 4.2. Результаты промежуточной аттестации и уровни сформированности компетенций

### Начисляемые баллы за выполнение плановых заданий

№ п/п	Перечень контрольных мероприятий	Максимальный рейтинговый балл
1	2	3
1.	Посещение лекционных занятий	9
2.	Посещение практических занятий	9
3.	Отчет по темам практических занятий	30
4.	Контрольная работа	20
5.	Билет (зачет)	40

Критерии оценивания отчета по практическим занятиям (максимальный балл за сдачу 1 темы – 10 баллов):

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
Баллы	10-8	8-6	6-1	0
Уровень освоения проверяемых компетенций	высокий	средний	базовый	недостаточный

Также в течение семестра проводится одна **контрольная работа** по всем разделам в виде теста. Тест состоит из 10 вопросов

Критерии оценивания контрольной работы:

Оценка	Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Характеристики ответа	Решено > 80% заданий	Решено 50-80% заданий	Решено 30-40% заданий	Решено <30% заданий
Баллы	20-16	15-10	9-5	5-0
Уровень освоения проверяемых компетенций	высокий	средний	базовый	недостаточный

Таким образом, за работу в семестре студент может получить максимум 68 баллов.



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 «Лазерная физика» по направлению подготовки (специальности)  
03.03.02 «Физика» направленности (профилю) Физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1	стр. 10	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	---------	------------------------	---------------

Зачет проходит в письменно-устной форме и представляет собой ответ на 2 вопроса билета. Максимальный балл за ответы по билету – 40 баллов.

Критерии оценивания теоретических вопросов:

Характеристики ответа	Баллы	Уровень освоения проверяемых компетенций
Ответил на оба вопроса билета, воспроизведя соответствующие математические выкладки и логические рассуждения. Возможны несущественные ошибки.	40-30	высокий
Студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, но при этом допускаются негрубые ошибки при выводе формул.	30-20	средний
Знает «теоретический минимум», т.е. отвечает на вопрос базового уровня и знает основные понятия, соотношения (без вывода), название и физический смысл величин.	20-10	базовый
Не может ответить на вопрос базового уровня	<10	недостаточный

При подведении итогов учитываются результаты текущей аттестации. Полученные за текущую аттестацию баллы суммируются с баллами, полученными за каждый этап при прохождении промежуточной аттестации:

Критерии оценивания:

0-60 баллов - незачтено;

61-100 баллов - зачтено.

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 зачтено: предполагает формирование компетенций на высоком уровне: студент свободно владеет основной терминологией и понятийным аппаратом дисциплины, 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 зачтено: предполагает формирование компетенций на среднем уровне: студент хорошо владеет основной терминологией и понятийным аппаратом; сформировано умение применять полученную теоретическую базу для решения конкретных практических задач и владеть навыками решения базовых задач;
3. Базовый уровень соответствует оценке зачтено:



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 «Лазерная физика» по направлению подготовки (специальности)  
03.03.02 «Физика» направленности (профилю) Физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1	стр. 11	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	---------	------------------------	---------------

предполагает формирование компетенций на начальном уровне: студент знает «теоретический минимум» и недостаточно владеет методами решения базовых задач;

4. Низкий уровень соответствует оценке незначительно:  
студент не владеет основной терминологией и понятийным аппаратом; не владеет навыками решения базовых задач по данной дисциплине.

