

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Таскаев Сергей Валерьевич  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 05.09.2025 12:17:41  
Уникальный программный ключ:  
04c19ed8bb98f3b6cb77a486b9a8788b8922525



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 «Лаборатории по газодинамике»  
по направлению подготовки 24.03.03 «Баллистика и гидроаэродинамика» направленности (профилю) Баллистика и  
гидроаэродинамика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

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

**Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации  
по дисциплине (модулю)  
Лаборатории по газодинамике**

Направление подготовки (специальность)  
24.03.03 Баллистика и гидроаэродинамика

Направленность (профиль)  
Баллистика и гидроаэродинамика

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 «Лаборатории по газодинамике»  
по направлению подготовки 24.03.03 «Баллистика и гидроаэродинамика» направленности (профилю) Баллистика и  
гидроаэродинамика 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 «Лаборатории по газодинамике»  
по направлению подготовки 24.03.03 «Баллистика и гидроаэродинамика» направленности (профилю) Баллистика и  
гидроаэродинамика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 3

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

КОПИЯ № \_\_\_\_\_

## 1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Направление подготовки: 24.03.03 Баллистика и гидроаэродинамика

Направленность (профиль): Баллистика и гидроаэродинамика

Дисциплина: Лаборатории по газодинамике

Семестр: 5

Форма промежуточной аттестации: зачет

## 2. ПЕРЕЧЕНЬ ФОРМИРУЕМЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ И ЭТАПЫ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ

### 2.1. Компетенции, закреплённые за дисциплиной

Изучение дисциплины «Лаборатории по газодинамике» 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 баллистики и гидроаэродинамики, при проведении научно-исследовательских разработок	ПК-1.1. Обладает знаниями об основных методах проведения научно-исследовательских разработок в области баллистики и гидроаэродинамики; 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: теоретические основы, основные понятия, законы и модели газодинамики; теоретические основы организации и планирования физических исследований; <u>Уметь:</u> Для достижения ПК-1.2: пользоваться данными эксперимента, применять основные понятия, законы и модели газодинамики; применять теоретический материал к анализу конкретных физических ситуаций, оценивать порядки изучаемых величин, определять точность и достоверность полученных результатов; использовать на практике



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 «Лаборатории по газодинамике»  
по направлению подготовки 24.03.03 «Баллистика и гидроаэродинамика» направленности (профилю) Баллистика и  
гидроаэродинамика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1	стр. 4	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	--------	------------------------	---------------

		ПК-1.3. Имеет практический опыт (навыки) в области баллистики и гидроаэродинамики: проведения научных исследований в соответствии с поставленной целью; составления отчетов по теме и по результатам проведенных научно- исследовательских разработок.	теоретические основы организации и планирования физических исследований для конкретных задач; профессионально оформлять и представлять результаты физических исследований <u>Владеть:</u> Для достижения ПК-1.3: навыком решения конкретных задач газодинамики
--	--	--	---

### 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	Физика газодинамических процессов и методики расчета газодинамических параметров исследуемого процесса	задания для лабораторных работ	Отчеты лабораторных работ, вопросы к зачету

#### 3.2 Содержание оценочных средств

По результатам лабораторных работ предоставляется **письменный отчет**.

**Некоторые лабораторные работы студенты выполняют группами, тем самым получают организационно-управленческие навыки при работе в малых коллективах исполнителей.**

При оформлении отчёта используется сквозная нумерация страниц, считая титульный лист первой страницей. Номер страницы на титульном листе не ставится.

При оформлении отчёта в печатном виде желательно соблюдать следующие требования. Для заголовков: полужирный шрифт, 14 пт, центрированный. Для основного текста:



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 «Лаборатории по газодинамике»  
по направлению подготовки 24.03.03 «Баллистика и гидроаэродинамика» направленности (профилю) Баллистика и  
гидроаэродинамика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1	стр. 5	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	--------	------------------------	---------------

нежирный шрифт, 14 пт, выравнивание по ширине. Во всех случаях тип шрифта – Times New Roman, отступ абзаца 1.25 см, полуторный междустрочный интервал. Поля: левое – 3 см, остальные – 2 см.

**Отчёт формируется в следующем порядке:**

1. Титульный лист.

На титульном листе приводят следующие сведения:

- полное наименование учебного заведения;
- наименование факультета (института);
- наименование дисциплины, по которой выполняется лабораторная работа;
- наименование темы лабораторной работы;
- фамилию и инициалы студента-исполнителя работы, номер группы;
- должность, ученую степень, ученое звание, фамилию и инициалы преподавателя, проверяющего работу;
- место и дату составления отчета.

2. Протокол к лабораторной работе с подписью преподавателя.

Протокол к лабораторной работе является лабораторным журналом, содержащим необходимые для выполнения лабораторной работы исходные данные, зафиксированные в процессе выполнения лабораторной работы наблюдения и результаты измерений. Без подписанного преподавателем протокола отчет к защите не принимается.

3. Цель работы.

Цель работы показывает, для чего выполняется работа, например, для получения или закрепления каких навыков, изучения каких явлений, законов и т.п.

4. Краткое содержание работы.

Краткое содержание работы включает теоретическое описание тематики лабораторной работы, описание моделей, методов и алгоритмов, необходимых для обработки полученных данных, описание лабораторного, оборудования, используемого в работе.

5. Обработка результатов.

Обработка результатов включает описание хода выполнения работы, перечень полученных результатов, сопровождающихся необходимыми комментариями, расчетами и промежуточными выводами, блок-схемы, чертежи, графики, диаграммы и т. д.

6. Выводы по результатам выполнения работы.

Выводы по работе делаются на основании обобщения полученных результатов. В выводах также отмечаются все недоработки, по какой-либо причине имеющие место, предложения и рекомендации по дальнейшему исследованию поставленной в работе проблемы и т. п.

7. Приложения.

В приложения выносятся библиографический список, содержащий ссылки на книги, периодические издания, интернет ресурсы, использованные при выполнении работы и оформлении отчёта. В приложение выносятся также справочная и прочая информация, не включённая в основные разделы отчёта.

Вопросы к зачету

1. Система уравнений механики сплошной среды. Учет излучения.
2. Релаксационные процессы в газах: вращательная релаксация.



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 «Лаборатории по газодинамике»  
по направлению подготовки 24.03.03 «Баллистика и гидроаэродинамика» направленности (профилю) Баллистика и  
гидроаэродинамика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 6

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

КОПИЯ № \_\_\_\_\_

3. Ударные волны в газовой динамике.
4. Релаксационные процессы в газах: колебательная релаксация.
5. Изменение энтропии в ударной волне. Оценка толщины ударного перехода.
6. Кинетика ионизационных процессов: ионизация невозбужденных атомов электронным ударом.
7. Элементарная теория ударной трубы.
8. Кинетика ионизационных процессов: ионизация невозбужденных атомов ударом тяжелых частиц.
9. Распространении фронта горения в газе, способном к химической реакции.
10. Кинетика ионизационных процессов: фотоионизация и фоторекомбинация.
11. Ударные волны в реагирующем газе. Детонация.
12. Основные понятия теории переноса излучения. Равновесное излучение и абсолютно черное тело. Учет излучения в уравнениях РГД.
13. Частота столкновений и средняя длина свободного пробега.
14. Замыкающее уравнение системы уравнений РГД (вывод).
15. Элементарная кинетическая теория переноса. Коэффициенты диффузии, вязкого трения, проводимости.
16. Излучение плоского слоя.
17. Столкновение частиц. Сечение рассеяния. Эффективное сечение столкновений.
18. Предельные приближения в теории переноса излучения: однородные модели, приближение Планка.
19. Потенциалы взаимодействия. Оценка эффективных сечений столкновений.
20. Предельные приближения в теории переноса излучения: диффузионное приближение, приближение Росселанда.
21. Уточнение моделей переноса: диффузия в смеси двух газов.
22. Предельные приближения в теории переноса излучения: разбиение спектра по оптической плотности. Степени черноты.
23. Уточнение моделей переноса: теплопроводность.
24. Приближение «серой материи». Многогрупповое приближение для расчета переноса излучения.
25. Расчет транспортных коэффициентов на основе уравнения Больцмана в «тау-приближении». Коэффициенты взаимности Онзагера.
26. Лучеиспускающая способность и коэффициент поглощения тормозного излучения.
27. Термодинамика и равновесный состав химически реагирующего газа.
28. Фоторекомбинация и фотоионизация.
29. Диссоциация двухатомных молекул. Равновесный состав газа при наличии химических реакций.
30. Спектральный коэффициент поглощения плазмы в непрерывном спектре.
31. Расчет состава низкотемпературной плазмы. Снижение потенциала ионизации.
32. Интегральный коэффициент поглощения в непрерывном спектре.
33. Химические реакции и методы расчета скорости реакции: теория столкновений.
34. Связанно-связанные переходы, спектральный коэффициент поглощения в линии.
35. Химические реакции и методы расчета скорости реакции: теория переходного состояния.



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 «Лаборатории по газодинамике»  
по направлению подготовки 24.03.03 «Баллистика и гидроаэродинамика» направленности (профилю) Баллистика и  
гидроаэродинамика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 7

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

КОПИЯ № \_\_\_\_\_

36. Полосатые спектры молекул.

## 4. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 4.1. Порядок проведения промежуточной аттестации

Текущий контроль теоретических знаний и практических навыков производится на лабораторных занятиях.

Студент допускается к сдаче зачета в конце семестра при успешном выполнении лабораторных работ.

Зачет ставится на основании устного ответа по билету с вопросами.

Оценка «Зачтено» ставится, если студент знает учебно-программный материал, грамотно и по существу излагает его, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос.

Может правильно применить теоретические положения.

Оценка «Не зачтено» ставится, если студент не освоил основной материал.

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

Критерии оценивания ответа на зачетный вопрос

зачтено	зачтено	зачтено	не зачтено
Высокий уровень освоения проверяемых компетенций	Средний уровень освоения проверяемых компетенций	Базовый уровень освоения проверяемых компетенций	Недостаточный уровень освоения проверяемых компетенций
Обучающийся отлично знает материал, воспроизводит соответствующие математические выкладки и логические рассуждения, правильно обосновывает принятые решения. Возможны несущественные ошибки.	Обучающийся 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.	Обучающийся знаком с материалом, но допускает грубые фактические ошибки, не оперирует основной терминологией и понятийным аппаратом по теме.	Доклад не представлен (ответа на зачетный вопрос отсутствует), либо, обучающийся не знает основных положений вопроса, не ориентируется в основных понятиях, излагает материал с трудом, с грубыми фактическими ошибками, либо отказывается от ответов на вопросы.

Особенности аттестации инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья обозначены в рабочей программе дисциплины (модуля).



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 «Лаборатории по газодинамике»  
по направлению подготовки 24.03.03 «Баллистика и гидроаэродинамика» направленности (профилю) Баллистика и  
гидроаэродинамика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

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

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 «Лаборатории по газодинамике», 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 дисциплины «Лаборатории по газодинамике»; сформировано умение применять полученную теоретическую базу для решения конкретных практических задач и владеть навыками решения базовых задач;
3. Базовый уровень соответствует оценке зачтено: предполагает формирование компетенций на начальном уровне: студент знает «теоретический минимум» и недостаточно владеет методами решения базовых задач;
4. Низкий уровень соответствует оценке незачтено: студент не владеет основной терминологией и понятийным аппаратом дисциплины «Лаборатории по газодинамике»; не владеет навыками решения базовых задач.

