


Документ подписан простой электронной подписью Информация о владельце: ФИО: Таскаев Сергей Валерьевич Должность: Ректор Дата подписания: 29.06.2026 10:21:58 Уникальный программный ключ: 04c19ed8bb98f3b6cb77a486b9a878808577528	 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 «Основы физики плазмы» 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)
Основы физики плазмы**

Направление подготовки (специальность)
03.03.02 Физика

Направление подготовки (специальность)
03.03.02 Физика

Направленность (профиль)
Физика

Присваиваемая квалификация (степень)
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Год набора 2026

Челябинск, 2026 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 «Основы физики плазмы» 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 «Основы физики плазмы» 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: Основы физики плазмы

Семестр: 6

Форма промежуточной аттестации: зачёт

Система оценивания: балльно-рейтинговая

2. ПЕРЕЧЕНЬ ФОРМИРУЕМЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ И ЭТАПЫ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ

2.1. Компетенции, закреплённые за дисциплиной

Изучение дисциплины «Основы физики плазмы» 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: определения плазмы, задачи и методы физики плазмы; основные теоретические подходы к описанию плазмы; основные закономерности поведения плазмы; типы колебаний, волн и неустойчивостей, возникающих в плазме; основные характеристики и параметры плазмы, их физический смысл; <u>Уметь</u> : Для достижения ПК-1.2: применять терминологию физики плазмы в описании моделей и задач; выбирать основные теоретические подходы к описанию плазмы для решения конкретных задач; использовать закономерности поведения



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 «Основы физики плазмы» по направлению подготовки
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.	плазмы для объяснения конкретных явлений или теоретических результатов; Владеть: Для достижения ПК-1.3: навыком решения простых задач по физике плазмы
--	--	--	--

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: определения плазмы, задачи и методы физики плазмы; основные теоретические подходы к описанию плазмы; основные закономерности поведения плазмы; типы колебаний, волн и неустойчивостей, возникающих в плазме; основные характеристики и параметры плазмы, их физический смысл; <u>Уметь:</u> Для достижения ПК-1.2: применять терминологию физики плазмы в описании	1. Основные понятия	Задачи 1.1-1.5	Вопросы 1-2 к зачёту
		2. Ионизация и рекомбинация	Задачи 2.1-2.4	Вопросы 3-5 к зачёту
		3. Дрейфы частиц в магнитном поле	Задачи 3.1-3.7	Вопросы 6-8 к зачёту
		4. Многокомпонентная магнитная гидродинамика	Задачи 4.1-4.4	Вопросы 9-14 к зачёту
		5. Колебания и волны	Задачи 5.1-5.6	Вопросы 15-18 к зачёту



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 «Основы физики плазмы» по направлению подготовки
03.03.02 Физика направленности (профилю) Физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 5

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

моделей и задач; выбирать основные теоретические подходы к описанию плазмы для решения конкретных задач; использовать закономерности поведения плазмы для объяснения конкретных явлений или теоретических результатов; <u>Владеть</u> : Для достижения ПК-1.3: навыком решения простых задач по физике плазмы	6. Физическая кинетика плазмы	Задачи 6.1-6.6	Вопросы 19-22 к зачёту
	7. Неустойчивости плазмы	Задачи 7.1-7.4	Вопросы 23-27 к зачёту

3.2 Содержание оценочных средств

Задачи к практическим занятиям (в сумме 66 баллов)

Раздел 1. Основные понятия.

Задача 1.1: оценить отношение средней кинетической и потенциальной энергий протонов в центре Солнца (1 балл).

Задача 1.2: сравнить магнитное и тепловое давления в солнечных пятнах (1 балл).

Задача 1.3: рассчитать методом Эйлера и графически представить на языке Pascal.ABC классическое движение электрона в атоме (3 балла).

Задача 1.4: при какой степени ионизации газ в лампе дневного света становится плазмой (2 балла)?

Задача 1.5: является ли плазма в магнитосфере Земли холодной (1 балл)?

Раздел 2. Ионизация и рекомбинация.

Задача 2.1: найти температурную зависимость равновесной концентрации электронов для слабоионизованной плазмы, имеющей основной компонент с энергией ионизации J (1 балл).

Задача 2.2: рассчитать методом Эйлера и графически представить на языке Pascal.ABC классическое движение электрона в атоме и его вырывание внешним электрическим полем (3 балла).

Задача 2.3: считая заданной константу равновесия ионизации, вычислить равновесную степень ионизации для вещества, являющегося малой примесью в плазме, и для вещества, являющегося основным компонентом плазмы (1 балл).

Задача 2.4: записать приближенную формулу Саха через дебройлевскую и комптоновскую длины волны электрона (1 балл).



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 «Основы физики плазмы» по направлению подготовки
03.03.02 Физика направленности (профилю) Физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 6

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

Раздел 3. Дрейфы частиц в магнитном поле.

Задача 3.1: вывести выражение для плотности тока при гравитационном дрейфе (1 балл).

Задача 3.2: оценить плотность тока при гравитационном дрейфе частиц в ионосфере Земли (2 балла).

Задача 3.3: вычислить выражение для скорости градиентного дрейфа, учитывая непрерывность изменения циклотронного радиуса (1 балл).

Задача 3.4: рассчитать методом Эйлера и графически представить на языке Pascal.ABC электрический дрейф электронов и протонов (3 балла).

Задача 3.5: вывести выражение для плотности тока при центробежном дрейфе (1 балл).

Задача 3.6: оценить плотность тока при центробежном дрейфе частиц в ионосфере Земли (2 балла).

Задача 3.7: рассчитать методом Эйлера и графически представить на языке Pascal.ABC гравитационный дрейф электронов и протонов (3 балла).

Раздел 4. Многокомпонентная магнитная гидродинамика.

Задача 4.1: записать уравнение индукции в слабоионизованной плазме в предельных случаях: покоящаяся плазма, слабое сцепление, сильное сцепление, быстрое течение (2 балла).

Задача 4.2: найти безразмерные параметры, определяющие поведение плазмы в приближении магнитной гидродинамики (2 балла).

Задача 4.3: рассчитать методом Эйлера и графически представить на языке Pascal.ABC движение и взаимодействие квадратных решёток из 16 электронов и 16 протонов во внешнем электрическом поле; оценить плотность тока (3 балла).

Задача 4.4: вывести уравнение диффузии слоисто-неоднородного магнитного поля из уравнения индукции в приближении однородной концентрации частиц и температуры (2 балла).

Раздел 5. Колебания и волны.

Задача 5.1: вывести фазовые и групповые скорости альвеновских и поперечных магнитозвуковых волн (2 балла).

Задача 5.2: рассчитать методом Эйлера и графически представить на языке Pascal.ABC движение и взаимодействие смещённых решёток из 16 электронов и 16 протонов. Оценить частоту плазменных колебаний (3 балла).

Задача 5.3: оценить частоту ленгмюровских колебаний в плазме токамака (2 балла).

Задача 5.4: оценить альвеновскую скорость в солнечных пятнах (1 балл).

Задача 5.5: перерисовать диаграмму Фридрихса и выписать её объяснение (1 балл).

Задача 5.6: каково должно быть соотношение между циклотронными частотами и плазменной частотой, для того чтобы альвеновская скорость была много меньше скорости света (1 балл)?

Раздел 6. Физическая кинетика плазмы.

Задача 6.1: вывести выражения для тензора плотности потока импульса через функцию распределения (1 балл).

Задача 6.2: вывести изменение функции распределения за счёт средних (не флуктуирующих) сил (2 балла).



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 «Основы физики плазмы» по направлению подготовки
03.03.02 Физика направленности (профилю) Физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 7

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

Задача 6.3: линеаризовать уравнение Власова (2 балла).

Задача 6.4: доказать, что в холодной плазме амплитуда плоской ленгмюровской волны может быть конечной (2 балла).

Задача 6.5: найти частоту колебаний электронов, захваченных ленгмюровской волной (2 балла).

Задача 6.6: перерисовать и объяснить экспериментальные дисперсионные кривые ленгмюровских волн (2 балла).

Раздел 7. Неустойчивости плазмы.

Задача 7.1: нарисовать схему проводников и магнитного поля в ловушке типа «магнитная яма» (1 балл).

Задача 7.2: вывести критерий сосисочной неустойчивости (2 балла).

Задача 7.3: вывести уравнения взрывной неустойчивости волн (3 балла).

Задача 7.4: заполнить таблицу характеристик 8 неустойчивостей: название, равновесное состояние, возмущения, критерий неустойчивости (3 балла).

Вопросы к зачету (в сумме 81 балл)

1. Определения: плазма, степень ионизации, дебаевская длина, радиус сильного рассеяния.
2. Таблица: состояния и виды плазмы, методы её описания, примеры.
3. Ионы, их классификация. Энергия и потенциал ионизации. Энергия сродства к электрону.
4. Столкновительная ионизация, фотоионизация, ионизация полем. Сечения фотоионизации и фоторекомбинации.
5. Механизмы образования и разрушения отрицательных ионов.
6. Ларморовский (циклотронный) радиус. Электрический дрейф.
7. Гравитационный дрейф. Градиентный дрейф.
8. Центробежный дрейф. Дрейфовый ток.
9. Суммирование уравнений движения частиц в единице объёма.
10. Приближение полностью ионизованной плазмы.
11. Обобщённый закон Ома, плотность тока, проводимость.
12. Уравнение индукции. Вмороженность и диффузия магнитного поля.
13. Приближение слабоионизованной плазмы.
14. Магнитная амбиполярная диффузия.
15. Тепловые флуктуации плотности заряда. Ленгмюровские колебания.
16. Магнитогидродинамические волны: альвеновские, быстрые и медленные магнитозвуковые. Ионный звук.
17. Основные волновые эффекты.
18. Косые волны и тензорные характеристики плазмы.
19. Функция распределения и её моменты.
20. Уравнение Больцмана. Уравнение Власова.
21. Дисперсионное соотношение для ленгмюровских волн.
22. Затухание Ландау.



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 «Основы физики плазмы» по направлению подготовки
03.03.02 Физика направленности (профилю) Физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

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

23. Гидромагнитные неустойчивости: желобковая, винтовая, сосисочная, изгибная.
24. Дрейфовые неустойчивости: волновая, универсальная.
25. Кинетические неустойчивости: пучковая, ионно-звуковая, конусная.
26. Диссипативные неустойчивости: гравитационная, токово-конвективная.
27. Параметрические неустойчивости.

4. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

4.1. Порядок проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация, основанная на балльно-рейтинговой системе, состоит из подведения итогов текущего контроля и проведения письменно-устного зачёта.

Текущий контроль осуществляется, в основном, на практических занятиях в виде отчётов о самостоятельном решении задач и четырёх минизачётов:

- 1) На каждом практическом занятии студенты отчитываются о решении задач: предъявляют письменное решение или компьютерную программу, объясняют их и отвечают на вопросы преподавателя;
- 2) Раз в месяц студенты письменно по памяти воспроизводят лекционный материал по ими выбранным темам (вопросам к зачёту).

Вспомогательными средствами текущего контроля являются: учёт посещаемости лекционных и практических занятий, проверка конспектов лекций.

На зачётной неделе студенты:

- 1) Демонстрируют конспекты лекций;
- 2) Воспроизводят по памяти лекционный материал по выбранным (студентами) вопросам к зачёту для набора недостающих баллов.

4.2. Результаты промежуточной аттестации и уровни сформированности компетенций

Успеваемость студентов оценивается по балльно-рейтинговой системе. *Для зачёта дисциплины достаточно набрать половину от максимальной суммы баллов (165), то есть 83 балла.*

1. За посещение одного из 18 занятий начисляется 1 балл.
2. За пропуск занятия вычитается 1 балл.
3. Решение и защита задачи: 0-3 балла, в зависимости от сложности задачи и качества решения.
4. Ответ на зачётный вопрос: 0-3 балла, в зависимости от качества ответа.



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 «Основы физики плазмы» по направлению подготовки
03.03.02 Физика направленности (профилю) Физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

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

Критерии оценивания решения задачи:

Характеристики	Баллы	Уровень освоения проверяемых компетенций
Задача решена правильно и с пояснениями	3	высокий
Задача решена с небольшими ошибками	2	средний
Задача решена наполовину	1	базовый
Решения нет	0	недостаточный

Критерии оценивания ответа по лекционному материалу:

Характеристики	Баллы	Уровень освоения проверяемых компетенций
Правильно воспроизведены определения, рисунки, математические выкладки и логические рассуждения. Студент правильно отвечает на проверочные вопросы. Возможны несущественные ошибки.	3	высокий
Определения, рисунки, математические выкладки и логические рассуждения воспроизведены на 2/3. На половину проверочных вопросов студент отвечает неправильно.	2	средний
Студент знает «теоретический минимум», т.е. отвечает на вопрос базового уровня и знает основные понятия, соотношения (без вывода), название и физический смысл величин.	1	базовый
Студент не может ответить на большинство вопросов базового уровня.	0	недостаточный

Особенности аттестации 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: студент свободно владеет основной терминологией и понятийным аппаратом фундаментальной дисциплины «Основы физики плазмы», 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, отработан навык их решения;
2. Средний уровень соответствует оценке зачтено: студент хорошо владеет основной терминологией и понятийным аппаратом дисциплины; сформировано умение применять полученную теоретическую базу для решения конкретных практических задач, но навык их решения не отработан;



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 «Основы физики плазмы» по направлению подготовки
03.03.02 Физика направленности (профилю) Физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

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

3. Базовый уровень соответствует оценке зачтено:
предполагает формирование компетенций на начальном уровне: студент знает «теоретический минимум» и недостаточно владеет методами решения практических задач;
4. Низкий уровень соответствует оценке не зачтено:
студент не владеет основной терминологией, понятийным аппаратом, навыками решения практических задач по дисциплине.

