

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Таскаев Сергей Валерьевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 05.09.2025 12:05:43
Уникальный программный ключ:
04c19ed8bb98f3b6cb77a486b9a8788b852925



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 «Космическая электродинамика» 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)
Космическая электродинамика**

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 «Космическая электродинамика» 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. Критерии оценивания промежуточной аттестации по видам оценочных средств
 - 4.3. 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 «Космическая электродинамика» 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: Космическая электродинамика

Семестр: 8

Форма промежуточной аттестации: зачет

Система оценивания: бинарная.

2. ПЕРЕЧЕНЬ ФОРМИРУЕМЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ И ЭТАПЫ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ

2.1. Компетенции, закреплённые за дисциплиной

Изучение дисциплины «Космическая электродинамика» 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 понятия, уравнения и соотношения космической электродинамики; <u>Уметь</u> : Для достижения ПК-1.2: получать уравнения для описания электромагнитного поля или движения заряженных частиц в космической плазме; использовать методы и подходы космической электродинамики в своей профессиональной деятельности, в том числе при проведении научно-исследовательских разработок; <u>Владеть</u> : Для достижения ПК-1.3: навыком решения конкретных физических задач



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 «Космическая электродинамика» 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.	
--	--	--	--

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 понятия, уравнения и соотношения космической электродинамики; <u>Уметь:</u> Для достижения ПК-1.2: получать уравнения для описания электромагнитного поля или движения заряженных частиц в космической плазме; использовать методы и подходы космической электродинамики в своей профессиональной деятельности, в том числе при проведении научно-исследовательских разработок;	Введение. Электродинамические и магнитогазодинамические явления в космосе (планеты, звезды, межзвездная среда, галактики, Метагалактика).	задачи к практическим занятиям; тестовые вопросы для текущего контроля; доклад	вопросы к зачету
		Космическая плазма	задачи к практическим занятиям; тестовые вопросы для текущего контроля; доклад	вопросы к зачету
		Межзвездная среда (МЗС)	задачи к практическим занятиям; тестовые вопросы для текущего контроля; доклад	вопросы к зачету
		Магнитное поле МЗС	задачи к практическим занятиям;	вопросы к зачету



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 «Космическая электродинамика» по направлению подготовки
 03.03.02 «Физика» направленности (профилю) Физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 5

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

Владеть: достижения навыком конкретными физическими задач	Для ПК-1.3: решения физических задач		тестовые вопросы для текущего контроля; доклад	
		Основные модели	задачи к практическим занятиям; тестовые вопросы для текущего контроля; доклад	вопросы к зачету
		Равновесие и устойчивость межзвездных облаков	задачи к практическим занятиям; тестовые вопросы для текущего контроля; доклад	вопросы к зачету
		Теория остаточного магнитного поля	задачи к практическим занятиям; тестовые вопросы для текущего контроля; доклад	вопросы к зачету

3.2 Содержание оценочных средств

База тестовых вопросов

1) Межзвездная среда – это ...?

а) Плазма заполняющая пространство между звездами в Галактике	в) Разреженное вещество, электромагнитное излучение и магнитное поле, заполняющие пространство между звездами в Галактике
б) Пространство между звездами в Галактике соответствующее состоянию вакуума	

2) Среднее содержание химических элементов в межзвездной среде близко к обычной космической распространенности. Какому химическому элементу соответствует доля по общей массе = 0.7?

а) Водород	в) Углерод
б) Гелий	г) Тяжелые элементы

3) Какое среднее массовое содержание пыли по отношению к газу в межзвездной среде?



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 «Космическая электродинамика» по направлению подготовки
03.03.02 «Физика» направленности (профилю) Физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1	стр. 6	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	--------	------------------------	---------------

a) 0.5	в) 0.3
б) 0.01	г) 0.9

4) Какой процент от массы нашей Галактики составляют звезды, относительно газа и пыли?

a) $\approx 50\%$	в) $\approx 70\%$
б) $\approx 98\%$	г) $\approx 2\%$

5) Протозвезда– это ...?

a) Звезда, в которой никогда не начнутся термоядерные реакции	в) Остатки звезды после взрыва сверхновой
б) Звезда на завершающем этапе своего формирования, вплоть до момента загорания термоядерных реакций в ядре, после которого сжатие протозвезды прекращается и она становится звездой главной последовательности	

6) Какая температура соответствует холодным облакам в межзвездной среде?

a) $T \approx 10^4 K$	в) $T \approx 10^6 K$
б) $T \leq 10^2 K$	

7) Какая температура соответствует теплой межоблачной среде в межзвездной среде?

a) $T \approx 10^4 K$	в) $T \approx 10^6 K$
б) $T \leq 10^2 K$	

8) Какая температура соответствует горячему корональному газу в межзвездной среде?

a) $T \approx 10^4 K$	в) $T \approx 10^6 K$
б) $T \leq 10^2 K$	

9) Какой эффект описывает расщепление спектральных линий излучающих атомов, находящихся во внешнем магнитном поле.

a) Эффект Фарадея	в) Эффект Зеемана
б) Эффект Холла	г) Эффект Динамо

10) Какая форма записи уравнений Максвелла используется для описания высокочастотных полей?

a) VEND	в) VED
б) $\text{VEj}\rho$	



11) Дифференциальная форма закона электромагнитной индукции Фарадея:

а) $\text{rot} \vec{B} = \frac{1}{c} \frac{\partial \vec{E}}{\partial t} + \frac{4\pi}{c} \vec{j}$	в) $\text{rot} \vec{E} = -\frac{1}{c} \frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$
б) $\text{div} \vec{E} = 4\pi\rho$	г) $\text{div} \vec{B} = 0$

12) Закон Ампера в дифференциальной форме:

а) $\text{rot} \vec{B} = \frac{1}{c} \frac{\partial \vec{E}}{\partial t} + \frac{4\pi}{c} \vec{j}$	в) $\text{rot} \vec{E} = -\frac{1}{c} \frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$
б) $\text{div} \vec{E} = 4\pi\rho$	г) $\text{div} \vec{B} = 0$

13) Какое уравнение показывает отсутствие магнитных зарядов?

а) $\text{rot} \vec{B} = \frac{1}{c} \frac{\partial \vec{E}}{\partial t} + \frac{4\pi}{c} \vec{j}$	в) $\text{rot} \vec{E} = -\frac{1}{c} \frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$
б) $\text{div} \vec{E} = 4\pi\rho$	г) $\text{div} \vec{B} = 0$

14) Какой формулой описывается напряженность электромагнитного поля, которое создавали бы свободные заряды плотностью ρ в вакууме?

а) $\text{div} \vec{E} = 4\pi\rho$	в) $\text{rot} \vec{E} = -\frac{1}{c} \frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$
б) $\text{div} \vec{D} = 4\pi\rho$	г) $\vec{j} = \sigma(\vec{E} + \frac{1}{c} \vec{v} \times \vec{B})$

15) Как называется уравнение: $\frac{\partial \rho}{\partial t} + \text{div} \vec{j} = 0$

а) Закон сохранения плотности в дифференциальной форме	в) Уравнение непрерывности
б) Уравнение состояния	г) Закон Ома в простой форме

16) Квазистационарное приближение описывает...

а) медленное движение частиц в электромагнитном поле в областях сравнимых с длиной волны	в) почти постоянные токи в переменном электромагнитном поле в областях много больше длины волны
б) переменное электромагнитное поле, при достаточно медленных его изменениях во времени в областях много меньше длины волны	



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 «Космическая электродинамика» по направлению подготовки
03.03.02 «Физика» направленности (профилю) Физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

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

17) Степень ионизации – это ...

а) отношение концентрации электронов к полной концентрации атомов	в) отношение концентрации ионов к концентрации электронов
б) отношение концентрации ионов к полной концентрации атомов	г) отношение концентрации ионов к концентрации нейтронов

18) Какой эффект описывает появление токов перпендикулярных линиям магнитного поля и перпендикулярных начальному току?

а) Эффект Фарадея	в) Эффект Зеемана
б) Эффект Холла	г) Динамо эффект

19) Какое утверждение не верно?

а) Во Вселенной в состоянии плазмы находится весьма значительная часть вещества	в) Во Вселенной в состоянии плазмы находится малая часть вещества
б) Плазма – это полностью или частично ионизованный газ, в котором положительные и отрицательные заряды в среднем нейтрализуют друг друга	

20) Какой эффект описывает генерацию и усиление магнитного поля из малого затравочного поля при определенном характере движения проводящей жидкости?

а) Эффект Фарадея	в) Эффект Зеемана
б) Эффект Холла	г) Гидромагнитное динамо

Задачи к практическим занятиям

1. Вывод дисперсионного уравнения для нормальных электромагнитных волн.
2. Вывод уравнения индукции.
3. Решение уравнения индукции в приближении вмерзженности.
4. Решение уравнения индукции в диффузионном приближении.
5. Вывод выражения для частоты ленгмюровских колебаний.
6. Вывод выражений для циклотронной частоты и циклотронного радиуса.
7. Вывод выражения для скорости электрического дрейфа. Особенность электрического дрейфа.
8. Найти скорость градиентной и магнитной амбиполярной диффузии.
9. Найти показатель степенной зависимости индукции магнитного поля от плотности газа (плазмы) для следующих типов течений:
 - 9.1. в случае плоского одномерного течения вдоль линий магнитного поля;
 - 9.2. в случае плоского одномерного течения поперек линий магнитного поля;



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 «Космическая электродинамика» по направлению подготовки
03.03.02 «Физика» направленности (профилю) Физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 9

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

- 9.3. в случае плоского одномерного течения (среднее по углу);
- 9.4. в случае плоского сферически-симметричного течения (среднее по углу);
- 9.5. в случае магнитостатического сжатия;
10. Вывод уравнения непрерывности из кинетического уравнения Больцмана.
11. Вывод уравнения движения из кинетического уравнения Больцмана.
12. Вывод уравнения энергии из кинетического уравнения Больцмана.

Темы докладов

1. Система уравнений ВЕНД.
2. Система уравнений ВЕД.
3. Нормальные электромагнитные волны.
4. Приближение квазистационарного электромагнитного поля.
5. Обобщенный закон электромагнитной индукции Фарадея.
6. Система уравнений магнитной гидродинамики
7. Основные параметры плазмы (степень ионизации, плазменная частота, дебаевский радиус, газовый параметр, циклотронная частота, циклотронный радиус).
8. Модель независимых частиц (дрейфы, типы дрейфов, адиабатические инварианты).
9. Двухжидкостное приближение.
10. Обобщенный закон Ома, тензор проводимости.
11. Эффект Холла.
12. Магнитная амбиполярная диффузия.
13. Гидродинамическая турбулентность, спектр Колмогорова.
14. Масштабные корреляции (дисперсия скоростей-размер, модель Колмогорова, модель Ирошникова-Крейчнана).
15. Двумерная турбулентность.
16. МГД-турбулентность.

Вопросы к зачету

1. Электродинамические и магнитогазодинамические явления в космосе (планеты, звезды, межзвездная среда, галактики, Метагалактика).
2. Космическая плазма: ионосфера, Солнце – ядро, СКЗ, хромосфера, корона, межпланетная среда, межзвездная среда, межгалактическая среда.
3. Общие представления о МЗС. Равнораспределение энергий. Скорости ЗО и потери газа звездами. Распространенность химических элементов. Основные компоненты МЗС.



4. Диффузный газ. Холодный газ, теплая нейтральная среда, тяжелая ионизованная среда, корональный газ.
5. Фазы МЗС. Двухфазная модель МЗС. Трехфазная модель МЗС.
6. Молекулярные межзвездные облака. Излучение молекул. Характеристики молекулярных облаков. Иерархическая структура МО.
7. Магнитное поле МЗС. Методы наблюдения: фарадеевское вращение, поляризация синхротронного излучения, зеemanовское расщепление спектральных линий, поляризация видимого и инфракрасного излучения звезд.
8. Крупномасштабное магнитное поле Галактики. Магнитное поле молекулярных облаков.
9. Зависимость магнитного поля от плотности. Межзвездная МГД-турбулентность.
10. Параметры плазмы межзвездных облаков.
11. Кинетический подход.
12. Вывод уравнений для моментов из кинетического уравнения. Проблема замыкания. 13-моментное квазигазодинамическое приближение.
13. Приближение трехкомпонентной смеси.
14. Обобщенный закон Ома. а) полностью ионизованная плазма. б) слабоионизованная плазма. Типы проводимостей.
15. Обобщенная форма уравнения индукции. Градиентная и магнитная амбиполярная диффузия.
16. Приближение двухкомпонентной смеси. Уравнения двухкомпонентной смеси в диффузных переменных.
17. Гравитационная неустойчивость. Линейный анализ. Задача Джинса. Длина волны и масса Джинса. Влияние на гравитационную неустойчивость вращения и магнитного поля.
18. Тепловая неустойчивость. Линейный анализ. Дисперсионное уравнение. Критерии тепловой неустойчивости. Моды тепловой неустойчивости: изохорическая, изэнтропическая, изобарическая, термохимическая, ионизационно-тепловая.
19. Газодинамические неустойчивости: неустойчивость Релея-Гейлора, неустойчивости Паркера, неустойчивость Кельвина-Гельмгольца, неустойчивость ударных волн.
20. Гравитационное сжатие и фрагментация. Теорема вириала. Проблема фрагментации.
21. Распространенность магнитного поля в космосе.
22. Проблема остаточного магнитного потока. Механизмы генерации магнитного поля космических тел: батарея Бирмана, динамо-генерация,



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 «Космическая электродинамика» по направлению подготовки
03.03.02 «Физика» направленности (профилю) Физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

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

реликтовое и остаточное поле.

23. Теория остаточного магнитного поля.

4. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

4.1. Порядок проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация: зачет. Зачетная оценка ставится на основании письменного и устного ответов по билету. Зачетный билет содержит два теоретических вопроса и задачу. Студенты, которые успешно отчитались в течение семестра о решенных задачах по темам практических занятий, освобождаются от 3-го вопроса в билете (т.е. решения задачи).

4.2. Критерии оценивания промежуточной аттестации по видам оценочных средств.

Критерии оценивания отчета по темам практических занятий:

Оценка	Зачтено	Зачтено	Зачтено	Не зачтено
Характеристики ответа	Решено > 80% задач	Решено >60% задач	Решено >50% задач	Решено <50% задач
Уровень освоения проверяемых компетенций	высокий	средний	базовый	недостаточный

Критерии оценивания доклада / 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, воспроизведя соответствующие математические выкладки и логические рассуждения, правильно обосновывает	Обучающийся твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, но при этом допускаются негрубые ошибки при выводе формул	Обучающийся знаком с материалом, но допускает грубые фактические ошибки, не оперирует основной терминологией и	Доклад не представлен (ответа на зачетный вопрос отсутствует), либо, обучающийся не знает основных положений вопроса, не ориентируется в основных понятиях, излагает материал с



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 «Космическая электродинамика» по направлению подготовки
03.03.02 «Физика» направленности (профилю) Физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1	стр. 12	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	---------	------------------------	---------------

принятые решения. Возможны несущественные ошибки.	и решении задачи или отсутствие некоторых элементов вывода.	понятийным аппаратом по теме.	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).

4.3. Результаты промежуточной аттестации и уровни сформированности компетенций

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 раздела теоретической физики «Космическая электродинамика», что позволяет формулировать выводы и участвовать в дискуссии по учебным вопросам данной дисциплины, знает теоретические основы, основные понятия, законы и модели; полностью сформировано умение применять полученную теоретическую базу для решения конкретных астрофизических задач и уверенно владеет навыком их решения.
2. Средний уровень соответствует оценке зачтено: предполагает формирование компетенций на среднем уровне: студент хорошо владеет основной терминологией и понятийным аппаратом раздела теоретической физики «Космическая электродинамика»; сформировано умение применять полученную теоретическую базу для решения конкретных астрофизических задач и владеет навыками решения базовых задач по астрофизике.
3. Базовый уровень соответствует оценке зачтено: предполагает формирование компетенций на начальном уровне: студент знает «теоретический минимум», однако, недостаточно владеет методами решения базовых астрофизических задач.
4. Низкий уровень соответствует оценке не зачтено: студент не владеет основной терминологией и понятийным аппаратом раздела теоретической физики «Космическая электродинамика»; не владеет навыками решения базовых астрофизических задач.

