

**Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

**Направление подготовки/специальность: 14.04.01 Ядерная энергетика и теплофизика**

**Наименование образовательной программы: Теплофизика и молекулярная физика**

**Уровень образования: высшее образование - магистратура**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Физика плазмы**

**Москва  
2023**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Синкевич О.А.
	Идентификатор	Rb5988e66-SinkevichOA-cb34fce7

(подпись)

О.А.

Синкевич

(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Яньков Г.Г.
	Идентификатор	Rbb1f0c84-YankovGG-11a2e4dc

(подпись)

Г.Г. Яньков

(расшифровка  
подписи)

Заведующий  
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Герасимов Д.Н.
	Идентификатор	Ra5495398-GerasimovDN-6b58615

(подпись)

Д.Н.

Герасимов

(расшифровка  
подписи)

## ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки: достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ПК-1 Способен анализировать и моделировать физические процессы, используемые в атомной энергетике

ИД-2 Способен описывать, анализировать и измерять параметры физических процессов в низкотемпературной плазме

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Обмен электронными документами

1. Двух температурная плазма (Интервью)

Форма реализации: Письменная работа

1. Волны и неустойчивости в низкотемпературной плазме. (Контрольная работа)

2. Коллективные процессы в плазме (Реферат)

3. Расчет распределение температуры по радиусу плазменного цилиндра и построить вольт – амперную характеристику (ВАХ) электрической дуги, стабилизированной стенками. (Контрольная работа)

## БРС дисциплины

1 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	15	8	3	14
Введение в физику плазмы. Элементарные процессы в плазме. Коллективные процессы. Термодинамика слабонеидеальной плазмы.					
Элементарные процессы.	+		+		
Коллективные процессы.	+		+		
Термодинамика и состав слабонеидеальной плазмы.	+	+	+		
Кинетическая теория плазмы. Потоки и коэффициенты переноса в слабоионизованной плазме. Перенос излучения в плазме					
Кинетическая теория плазмы Кинетическая теория частично ионизированной плазмы во внешних электрических и магнитных полях. Уравнение Больцмана для плазмы и методы его решения. Интеграл столкновений. Уравнение Власова. Уравнение Фоккера - Планка. Бесстолкновительное затухание	+	+	+	+	

Ландау. 6. Коэффициенты переноса в слабоионизованной плазме.				
Перенос излучения в плазме	+		+	
Неустойчивости и волны в низкотемпературной плазме.				
Основные типы неустойчивостей в низкотемпературной плазме.	+		+	
Плазменные турбулентности и их влияние на процессы переноса.	+		+	
Вес КМ:	25	25	25	25

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

## СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

### *I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций*

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ПК-1	ИД-2ПК-1 Способен описывать, анализировать и измерять параметры физических процессов в низкотемпературной плазме	Знать: - базовые сведения о свойствах плазмы и соответствующих источников получения необходимой информации (ПК-1); – базовые сведения о плазменных процессах, сопровождающих интенсивные энергетические воздействия, и необходимые источники информации (ИД-2ПК-1); – основные принципы описания магнито-плазмен-, газодинамических процессов (ПК-1); Уметь: – решать задачи по определению свойств низкотемпературной плазмы (ИД-2ПК-1); – выбирать методы	Коллективные процессы в плазме (Реферат) Двух температурная плазма (Интервью) Расчет распределение температуры по радиусу плазменного цилиндра и построить вольт – амперную характеристику (ВАХ) электрической дуги, стабилизированной стенками. (Контрольная работа) Волны и неустойчивости в низкотемпературной плазме. (Контрольная работа)

		определения параметров низкотемпературной плазмы - применять знания в исследовании процессов с использованием низкотемпературной плазмы(ПК-1);	
--	--	---	--

## II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

### КМ-1. Коллективные процессы в плазме

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Реферат

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** – тестирование по разделам 1. Плазменные колебания. 2. Экранированный электрический потенциал. 3. Термодинамика слабонеидеальной плазмы. Параметр не идеальности плазмы 4. Амбиполярная диффузия в двух температурной плазме.

**Краткое содержание задания:**

Расчеты и оформление работы

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: – основные принципы описания магнито-плазمو-, газодинамических процессов (ПК-1);	1. 1. Как оценить параметр не идеальности плазмы? 2. Как рассчитать константы равновесия термической ионизации?
Уметь: – выбирать методы определения параметров низкотемпературной плазмы	1. Отличие уравнений состояния идеальной и слабонеидеальной плазмы.
Уметь: – решать задачи по определению свойств низкотемпературной плазмы (ИД-2ПК-1);	1.1. Оценить константу равновесия термической ионизации 2. Оценить условия существования в двух температурной плазмы от давления и электрического поля

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка:* зачтено

*Описание характеристики выполнения знания:* менее 2 ошибок.

*Оценка:* не зачтено

*Описание характеристики выполнения знания:* более 2 ошибок.

### КМ-2. Двух температурная плазма

**Формы реализации:** Обмен электронными документами

**Тип контрольного мероприятия:** Интервью

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** В часы, отведенные на самоподготовку

**Краткое содержание задания:**

Вывести зависимость условия существования двух температурной плазмы от давления и электрического поля

**Контрольные вопросы/задания:**

Уметь: - применять знания в исследовании процессов с использованием низкотемпературной плазмы(ПК-1);	1.Может ли существовать двух температурная плазма без электрического поля?
--	--

**Описание шкалы оценивания:***Оценка: зачтено**Описание характеристики выполнения знания: Менее 3 ошибок.**Оценка: не зачтено**Описание характеристики выполнения знания: Более 3 ршибок*

**КМ-3. Расчет распределение температуры по радиусу плазменного цилиндра и построить вольт – амперную характеристику (ВАХ) электрической дуги, стабилизированной стенками.**

**Формы реализации:** Письменная работа**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25**Процедура проведения контрольного мероприятия:** В часты, отведенные на самостоятельные занятия.**Краткое содержание задания:**

Аналитический расчет распределение температуры по радиусу плазменного цилиндра .

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: - базовые сведения о свойствах плазмы и соответствующих источников получения необходимой информации (ПК-1);	1.Как построить вольт – амперную характеристику (ВАХ) электрической дуги, стабилизированной стенками.
Знать: – базовые сведения о плазменных процессах, сопровождающих интенсивные энергетические воздействия, и необходимые источники информации (ИД-2ПК-1);	1.Как провести численный расчет распределение температуры по радиусу плазменного цилиндра.
Уметь: – решать задачи по определению свойств низкотемпературной плазмы (ИД-2ПК-1);	1.Можно ли провести аналитический расчет распределение температуры по радиусу плазменного цилиндра при постоянной проводимости? 2.Как выглядит вольт – амперную характеристика (ВАХ) электрической дуги, стабилизированной стенками.

**Описание шкалы оценивания:***Оценка: зачтено**Описание характеристики выполнения знания: Правильный рисунок (ВАХ) электрической дуги, стабилизированной стенками.**Оценка: не зачтено*



*Описание характеристики выполнения знания:* Не правильный рисунок (ВАХ) электрической дуги, стабилизированной стенками.

#### **КМ-4. Волны и неустойчивости в низкотемпературной плазме.**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Выполнение в часы, предоставленные для самостоятельной работы.

**Краткое содержание задания:**

Количественные методы определения условий возникновения акустической и перегретой неустойчивостей?

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: – базовые сведения о плазменных процессах, сопровождающих интенсивные энергетические воздействия, и необходимые источники информации (ИД-2ПК-1);	1. Как влияет магнитное поле на акустическую неустойчивость? 2. На чем основан метод измерения инкремента акустической неустойчивости? 3. К чему приводит развитие перегретой неустойчивости?
---	---

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка:* зачтено

*Описание характеристики выполнения знания:* Правильный ответ на вопросы о критериях возникновения акустической и перегретой неустойчивостей.

*Оценка:* не зачтено

*Описание характеристики выполнения знания:* Не правильный ответ на 1 из вопросов о критериях возникновения акустической и перегретой неустойчивостей.

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 1 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Экзамен

### Пример билета

1. Уравнения Максвелла для электромагнитного поля. Распространение электромагнитной волны в вакууме и плазме. Плазменные колебания. Механизм их возникновения и характерное время нарушения электронейтральности плазмы
2. Уравнения Власова. Бесстолкновительное затухание плазменных колебаний Ландау..
3. Задача. В разряде низкого давления, частота столкновений электрон – атом равна  $1.3 \cdot 10^{12}$  1/с, ион – атом равна  $1.3 \cdot 10^{-9}$  1/с, градиент концентрации электронов  $2 \cdot 10^{12}$  1/мм<sup>4</sup>. Температура электронов составляет  $T_e = 4.0 \cdot 10^4$  К, ионов и атомов  $T_i = 400$  К. Отношение массы электрона к массе иона  $0.2 \cdot 10^{-3}$ . Определить коэффициент амбипольной диффузии электронов.

### Процедура проведения

1ч. и 30 м на подготовку. Разрешение пользоваться справочной литературой. Устный ответ по подготовленному материалу.

### *1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины*

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-2ПК-1 Способен описывать, анализировать и измерять параметры физических процессов в низкотемпературной плазме

### Вопросы, задания

1. Виды ионизационного равновесия в плазме.  
Термическая ионизация и уравнение Саха.  
Уравнения для плотности электрического тока и поток теплоты в плазме при наличии магнитного поля.

#### 2.Билет №5

- Влияние плазменных колебаний на распространение электромагнитных волн в плазме. Условия проникновения электромагнитной волны в плазму.
2. Тлеющий электрический разряд в трубке дуга и её свойства. Распределения температуры и концентрации электронов по радиусу разрядной трубки.  
Вольт - амперная характеристика (ВАХ) разряда.  
Задача. Коэффициента электропроводности аргона при давлении 1 атм и температуре  $T = 1.2 \cdot 10^4$  К равен  $15$  1/Ом см, концентрация электронов  $1.6 \cdot 10^{16}$  1/см<sup>3</sup>, градиент концентрации электронов  $5 \cdot 10^{24}$  1/м<sup>4</sup>. Оценить поток диффузии электронов при этих условиях.

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Чем отличается тлеющий электрический разряд в трубке от дугового и как распределена в них температуры и концентрации электронов по радиусу разрядной трубки?

Ответы:

Тлеющий электрический разряд в трубке отличается от дугового характером распределения температуры: а) в тлеющем температура электронов постоянна, б) в дуге изменяется по радиусу разрядной трубки.

Верный ответ: Тлеющий электрический разряд в трубке отличается от дугового характером распределения температуры и концентрации электронов: а) в тлеющем температура электронов постоянна, концентрация изменяется, б) в дуге изменяется по радиусу разрядной трубки.

## ***II. Описание шкалы оценивания***

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания: Ответил на 2 теоретических вопроса и правильно решил задачу.*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 76*

*Описание характеристики выполнения знания: Ответил на 2 теоретических вопроса и допустил ошибки в решении задачи.*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Ответил на 1 теоретических вопроса и .и допустил ошибки в решении задачи.*

## ***III. Правила выставления итоговой оценки по курсу***

Учет результатов БАРС и экзаменов.