

**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: Прикладная физика плазмы и управляемый термоядерный синтез**

**Уровень образования: высшее образование - магистратура**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Плазменная техника и технологии**

**Москва  
2022**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Тверской В.С.
	Идентификатор	Rac7f67be-TverskoyVS-69017f06

(подпись)

В.С.  
Тверской

(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень,  
ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Лукашевский М.В.
	Идентификатор	Re4b7e3cb-LukashevskyMV-6844ab

(подпись)

М.В.  
Лукашевский

(расшифровка  
подписи)

Заведующий  
выпускающей  
кафедры

(должность, ученая степень,  
ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Дедов А.В.
	Идентификатор	R72c90f41-DedovAV-d71cc7f4

(подпись)

А.В. Дедов

(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-2 Способен применять расчетно-теоретические методы и экспериментальные навыки исследования процессов, используемых в атомной энергетике, термоядерных исследованиях, плазменных установках

ИД-5 Знаком с технологическими процессами, протекающими в плазменных установках различных типов

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Билеты (письменный опрос)

1. Письменный опрос 1. Основы организации рабочих процессов взаимодействия плазменного потока с веществом: плазменно-дуговая сварка, резка, наплавка, закалка, плазменное напыление (Проверочная работа)

2. Письменный опрос 2. Технологическое применение процессов взаимодействия плазмы с веществом: плазменной обработки термостойких материалов и наночастиц, тепловые потоки и их баланс в плазменно-дуговых печах плавки металлов, плазменные процессы вскрытия рудного сырья. (Проверочная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа 1. Технологические задачи и особенности плазменной переработки сырья, отходов производства и потребления. (Контрольная работа)

2. Контрольная работа 2. Основы конструирования электродуговых плазмотронов: обобщенные уравнения для расчета параметров электродуговых плазмотронов, принципиальные схемы электродуговых плазмотронов постоянного тока, трехфазные электродуговые плазмотроны. (Контрольная работа)

## БРС дисциплины

3 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	12	16
Основы физики и техники плазменных технологий					
Основы физики и техники плазменных технологий		+		+	
Плазменно-дуговая сварка, резка, наплавка, закалка					
Плазменно-дуговая сварка, резка, наплавка, закалка		+		+	

Плазменная обработка поверхностей металлов, сплавов и диэлектриков				
Плазменная обработка поверхностей металлов, сплавов и диэлектриков	+			+
Плазменное напыление				
Плазменное напыление	+			+
Плазменная обработка термостойких материалов и наночастиц				
Плазменная обработка термостойких материалов и наночастиц		+	+	+
Плазменная металлургия				
Плазменная металлургия		+	+	+
Плазмохимическая переработки сырья				
Плазмохимическая переработки сырья			+	+
Плазменная переработка отходов производства и потребления				
Плазменная переработка отходов производства и потребления			+	+
Формирующиеся области применения плазменной техники и технологий				
Формирующиеся области применения плазменной техники и технологий				+
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-2	ИД-5ПК-2 Знаком с технологическими процессами, протекающими в плазменных установках различных типов	<p>Знать:</p> <p>основы организации рабочих процессов и конструирования генераторов низкотемпературной плазмы для энергетического, экологического и специального технологического применения</p> <p>основы взаимодействия плазменного потока с веществом и конструирования плазмохимических реакторов различного назначения</p> <p>Уметь:</p> <p>анализировать физические явления в устройствах, использующих плазменную технику и технологии</p>	<p>Письменный опрос 1. Основы организации рабочих процессов взаимодействия плазменного потока с веществом: плазменно-дуговая сварка, резка, наплавка, закалка, плазменное напыление (Проверочная работа)</p> <p>Письменный опрос 2. Технологическое применение процессов взаимодействия плазмы с веществом: плазменной обработки термостойких материалов и наночастиц, тепловые потоки и их баланс в плазменно-дуговых печах плавки металлов, плазменные процессы вскрытия рудного сырья. (Проверочная работа)</p> <p>Контрольная работа 1. Технологические задачи и особенности плазменной переработки сырья, отходов производства и потребления. (Контрольная работа)</p> <p>Контрольная работа 2. Основы конструирования электродуговых плазмотронов: обобщенные уравнения для расчета параметров электродуговых плазмотронов, принципиальные схемы электродуговых плазмотронов постоянного тока, трехфазные электродуговые плазмотроны. (Контрольная работа)</p>

		применять полученную информацию при проектировании и конструировании элементов технологических систем с плазмотронами	
--	--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

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

**КМ-1. Письменный опрос 1. Основы организации рабочих процессов взаимодействия плазменного потока с веществом: плазменно-дуговая сварка, резка, наплавка, закалка, плазменное напыление**

**Формы реализации:** Билеты (письменный опрос)

**Тип контрольного мероприятия:** Проверочная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студенты получают билеты с заданиями и готовят на них ответы письменно

**Краткое содержание задания:**

Ответить письменно на вопросы билета

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: основы организации рабочих процессов и конструирования генераторов низкотемпературной плазмы для энергетического, экологического и специального технологического применения	1.Классификация генераторов плазмы. 2.Чем плазменно-дуговая резка отличается от резки плазменной струей? 3.Классификация генераторов плазмы. 4.В чем смысл применения разных плазмообразующих сред? Существуют ли ограничения на применение сред в качестве плазмообразующих? 5.Основные задачи, решаемые при конструировании генераторов плазмы.
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

**КМ-2. Письменный опрос 2. Технологическое применение процессов взаимодействия плазмы с веществом: плазменной обработки термостойких материалов и наночастиц, тепловые потоки и их баланс в плазменно-дуговых печах плавки металлов, плазменные процессы вскрытия рудного сырья.**

**Формы реализации:** Билеты (письменный опрос)

**Тип контрольного мероприятия:** Проверочная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС: 25**

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студенты получают билеты с заданиями и готовят на них ответы письменно

**Краткое содержание задания:**

Ответить письменно на вопросы билета

**Контрольные вопросы/задания:**

<p>Знать: основы взаимодействия плазменного потока с веществом и конструирования плазмохимических реакторов различного назначения</p>	<p>1. Уравнение стехиометрической конверсии гексафторида урана в плазме водяного пара. Схема установки для плазменной конверсии отвального гексафторида урана на дисперсные оксиды урана и концентрированный фторид водорода. Состав установки. Порядок работы установки.</p> <p>2. Плазменно-водородное восстановление урана из гексафторида урана. Уравнение процесса. Аппаратурно-технологическая схема установки. Состав оборудования. Порядок работы установки.</p> <p>3. Получение нанодисперсного порошка вольфрама из гексафторида вольфрама с использованием водородной плазмы. Уравнение процесса. Аппаратурно-технологическая схема установки. Состав оборудования. Порядок работы установки.</p> <p>4. Получение нанодисперсного порошка карбида вольфрама из гексафторида вольфрама с использованием водорода и углеводородов. Уравнение процесса. Аппаратурно-технологическая схема установки. Состав оборудования. Порядок работы установки.</p> <p>5. Способ плазмохимической обработки изделий из твердого сплава и стали по патенту RU №2231573. Назначение, техническое решение, порядок осуществления, преимущества, пример реализации.</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

**КМ-3. Контрольная работа 1. Технологические задачи и особенности плазменной переработки сырья, отходов производства и потребления.**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студенты получают билеты с заданиями и готовят на них ответы письменно

**Краткое содержание задания:**

Ответить письменно на вопросы билета

**Контрольные вопросы/задания:**

Уметь: применять полученную информацию при проектировании и конструировании элементов технологических систем с плазмотронами	<ol style="list-style-type: none"><li>1.Плазменная обработка руд и рудных концентратов по технологии Ionarc Smelters (США). Назначение, уравнение процесса, схема процесса, схема реактора, проблемы организации процесса.</li><li>2.Плазменная обработка руд и рудных концентратов по технологии Национальной физической лаборатории Великобритании. Назначение, схема плазменной печи, недостатки процесса.</li><li>3.Плазменно-фторидная технология переработки цирконийсодержащих минералов. Назначение, уравнение процесса, аппаратурно-технологическая схема, проблемы процесса.</li><li>4.Плазменная технология извлечения никеля из минерала серпентина. Назначение, уравнение процесса, схема реактора, суть технологии.</li><li>5.Плазменная технология выделения дисперсного порошка вольфрама из аммонийной соли вольфрамовой кислоты. Назначение, схема установки суть процесса.</li></ol>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

**КМ-4. Контрольная работа 2. Основы конструирования электродуговых плазмотронов: обобщенные уравнения для расчета параметров электродуговых плазмотронов, принципиальные схемы электродуговых плазмотронов постоянного тока, трехфазные электродуговые плазмотроны.**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студенты получают билеты с заданиями и готовят на них ответы письменно

**Краткое содержание задания:**

Ответить письменно на вопросы билета

**Контрольные вопросы/задания:**

<p>Уметь: анализировать физические явления в устройствах, использующих плазменную технику и технологии</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основные компоненты технологической схемы установок плазмохимического обезвреживания хлорорганических веществ.</li> <li>2. Плазменная технология обезвреживания стойких органических загрязнителей. Проблема СОЗ. Суть технологии.</li> <li>3. Плазменно-фторидная технология переработки цирконийсодержащих минералов. Назначение, уравнение процесса, аппаратурно-технологическая схема, проблемы процесса.</li> <li>4. Плазменная обработка руд и рудных концентратов по технологии Национальной физической лаборатории Великобритании. Назначение, схема плазменной печи, недостатки процесса.</li> <li>5. Плазменная обработка руд и рудных концентратов по технологии Ionarc Smelters (США). Назначение, уравнение процесса, схема процесса, схема реактора, проблемы организации процесса.</li> </ol>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено*

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 3 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Зачет с оценкой

### Пример билета

1. Получение порошка вольфрама восстановлением металла из твердого оксида в метановой или азотно-водородной плазме.
2. Основные опасные факторы при эксплуатации плазменных устройств

### Процедура проведения

Студенты готовят письменный ответ на вопросы билета после проводится беседа с экзаменатором

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

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-5ПК-2 Знаком с технологическими процессами, протекающими в плазменных установках различных типов

### Вопросы, задания

1. Плазменная технология обезвреживания стойких органических загрязнителей. Проблема СОЗ. Суть технологии
2. Плазменная переработка метана в ацетилен (этилен). Уравнение процесса, блок-схема установки, аппаратурно-технологическая схема установки при использовании водорода в качестве плазмообразующего газа
3. Аппаратурно-технологическая схема плазменно-фторидной технологии переработки цирконийсодержащих минералов
4. Плазменная обработка руд и рудных концентратов по технологии Ionarc Smelters (США). Назначение, уравнение процесса, схема процесса, схема реактора, проблемы организации процесса

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Существуют ли ограничения на применение сред в качестве плазмообразующих?  
Ответы:

1. 1. Физических ограничений нет.  
2. Среда должна быть проводящей.  
3. Должна быть малая энергия ионизации атомов среды.  
4. Среда должна иметь высокую теплопроводность.

Верный ответ: 1

2. Что такое магнитное дутье электрической дуги?

Ответы:

1. Магнитное дутье электрической дуги – процесс изменения формы дуги разряда под действием ферромагнитных масс изделия/оснастки, токоподвода к их поверхностям, смещения обратного провода и т.д.
2. Формирование дуги с помощью потока плазмообразующей среды в продольном магнитном поле.
3. Формирование дуги с помощью потока плазмообразующей среды в радиальном магнитном поле.

Верный ответ: 1

3. Поясните назначение уступа в плазмотроне со ступенчатым выходным электродом.

Ответы:

1. Вариация поперечного сечения электрода.
2. Сокращение расстояния до сопла.
3. Более простой способ стабилизации дуги.

Верный ответ: 3

4. В чем заключается фторидно-плазменная технология получения наноматериалов?

Ответы:

1. Схема получения наноматериалов, в которой исходным сырьём служат оксиды или аммонийные соли вольфрама, очистка которых происходит на гидрометаллургических заводах.
2. Схема получения нанопорошка, в которой сырьё фторируется. Во время этого процесса образуются нелетучие фториды.
3. Нагрев углеводородного газа в электродуговом генераторе плазмы до температуры пиролиза газа и термической деструкции.

Верный ответ: 2

5. В чем заключается суть плазменной технологии обезвреживания стойких органических загрязнителей?

Ответы:

1. При пиролизе галогенорганических веществ наряду с окислением углерода происходит процесс связывания галогенов в галогенводороды.
2. Схема получения нанопорошка, в которой сырьё фторируется. Во время этого процесса образуются нелетучие фториды.
3. Нагрев углеводородного газа в электродуговом генераторе плазмы до температуры пиролиза газа и термической деструкции.

Верный ответ: 1

6. Что такое диэлектрический барьерный разряд?

Ответы:

1. Импульсный или импульсно-периодический разряд в устройствах, где электроды разделены диэлектрическим барьером, ограничивающим разрядный ток.
2. Электрический пробой газа, который вызывает длительный электрический разряд.
3. Электрический разряд, вызванный ионизацией среды, окружающий проводник, несущий высокое напряжение.

Верный ответ: 1

7. В чем суть газовихревой стабилизации электрической дуги в канале плазмотрона?

Ответы:

1. Предотвращение процесса сокращения длины дуги с ростом тока, т. е. устранения пробоя дуги на стенку канала (шунтирование дуги).
2. Автоматическое регулирования вылета электрода.
3. Регулирование и стабилизация силы тока и напряжения источника питания.

Верный ответ: 1

8. Назовите суть технологии плазменного пиролиза метана в водород и технический углерод.

Ответы:

1. Пиролиз галогенорганических веществ наряду с окислением углерода, происходит процесс связывания галогенов в галогенводороды.
2. Схема получения нанопорошка, в которой сырьё фторируется. Во время этого процесса образуются нелетучие фториды.
3. Нагрев углеводородного газа в электродуговом генераторе плазмы до температуры пиролиза газа и термической деструкции.

Верный ответ: 3

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

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно. на вопросы углубленного уровня*

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

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и зачетной составляющих