

**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
Диагностика импульсной плазмы**

**Москва
2023**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Казаков Е.Д.
	Идентификатор	Rf76f9449-KazakovYD-03b475b5

Е.Д. Казаков

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

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

М.В.
Лукашевский

Заведующий
выпускающей
кафедрой

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

А.В. Дедов

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-6 Владеет физическим описанием основных плазменных процессов, в исследовательских и промышленных импульсных плазменных установках и способен проводить расчеты параметров специального диагностического оборудования

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Билеты (письменный опрос)

1. Обработка и анализ экспериментальных данных (Эксперимент)
2. Основные современные импульсные плазменные установки (Проверочная работа)
3. Особенности исследования импульсных процессов (Проверочная работа)
4. Оценки параметров установок и оборудования на основе представляемых в научной периодике измерявшихся величин (Контрольная работа)
5. Физические основы работы диагностического оборудования и измерительной техники и основные современные методы диагностики импульсной плазмы (Контрольная работа)

БРС дисциплины

3 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %					
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
	Срок КМ:	2	6	8	12	16
Плазменные импульсные системы и особенности их диагностики						
Импульсная плазма в природе и лаборатории.	+					
Инерциальный термоядерный синтез, критерий Лоусона для ИТС.	+					
Сильноточные плазменные системы, микросекундные и наносекундные пинчи.	+					
Сильноточные генераторы.	+					
Особенности обработки экспериментальных данных в импульсных плазменных исследованиях						
Применение современных математических пакетов для обработки экспериментальных данных в импульсных	+	+	+	+		+

плазменных экспериментах: особенности синхронизации, электромагнитные наводки и шумы, косвенные измерения физических величин по средствам математической обработки сигналов.					
Измерения электрических параметров импульсной токонесущей плазмы					
Измерения электрических параметров.	+	+	+	+	+
Магнитные зонды, пояса Роговского, низкоиндуктивные шунты, согласованные делители.	+	+	+	+	+
Измерение тока по фарадеевскому вращению плоскости поляризации в световодах.	+	+	+	+	+
Длинные линии, волновое сопротивление.	+	+	+	+	+
Требования к регистраторам.	+	+	+	+	+
Регистрация оптического излучения из плазмы					
Приемники оптического излучения.		+	+	+	+
Фотопленка, фотокатоды, энергетическая и спектральная чувствительность, шумы (собственные и дробовые); ПЗС-матрицы.		+	+	+	+
Пространственное и временное разрешение, информационные возможности.		+	+	+	+
Методы высокоскоростной фотографии					
Методы высокоскоростной фотографии.		+	+	+	+
Механические системы, электронно-оптические методы, Различные типы электронно-оптических преобразователей и камер. Примеры применения.		+	+	+	+
Диагностика импульсной плазмы методами лазерного зондирования					
Поглощение, рефракция и фазовый сдвиг электромагнитных волн.			+	+	+
Интерферометрические методы: исследования плазмы: а) с визуализацией поля зрения и б) с фотоэлектрической регистрацией фазового сдвига.			+	+	+
Основные типы интерферометров для диагностики импульсной плазмы.			+	+	+
Источники подсветки.			+	+	+
Когерентность.			+	+	+
Шлирен-методы.			+	+	+
Фарадеевское вращение плоскости поляризации.			+	+	+
Рентгеновские методы диагностики					

Рентгеновское излучение; методы получения, свойства, области применения.			+	+	+
Рентгеновское фотографирование с временным разрешением; импульсная радиография.				+	+
Излучение из плазмы					
Элементарные процессы в плазме; модели равновесия.				+	+
Линейчатое, рекомбинационное и тормозное излучение.				+	+
Оптически плотная среда, “черное” излучение.				+	+
Рентгеновские методы исследования плазмы: диагностика плазмы по спектральным линиям многозарядных ионов.				+	+
Измерение электронной температуры по тормозному континууму.				+	+
Метод фильтров.				+	+
Рентгеновская спектроскопия.				+	+
Уширение спектральных линий					
Основные механизмы уширения спектральных линий: эффекты Доплера, Штарка и Зеемана.					+
Измерение температуры ионов и нейтралов по доплеровскому уширению их спектральных линий.					+
Определение параметров плазмы по штарковскому уширению спектральных линий водорода.					+
Регистрация неравновесных электрических полей по штарковским контурам.					+
Диагностика плазмы по рассеянию электромагнитных волн					
Рассеяние электромагнитных волн разной природы – рэлеевское, молекулярное.					+
Лазерная флуоресценция.					+
Определение параметров сред с помощью лазерного рассеяния.					+
Томсоновское и коллективное рассеяние.					+
Рассеяние излучения на неравновесных шумах					+
Вес КМ:	15	15	15	25	30

\$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-6ПК-2 Владеет физическим описанием основных плазменных процессов, в исследовательских и промышленных импульсных плазменных установках и способен проводить расчеты параметров специального диагностического оборудования	Знать: физические основы работы диагностического оборудования и основные современные методы диагностики импульсной плазмы; основные современные импульсные плазменные установки; особенности исследования импульсных процессов; Уметь: применять полученные знания для оценки параметров установок и оборудования на основе представляемых в научной периодике измерявшихся величин. обрабатывать и анализировать экспериментальные данные, получаемые с помощью типовых	Основные современные импульсные плазменные установки (Проверочная работа) Обработка и анализ экспериментальных данных (Эксперимент) Особенности исследования импульсных процессов (Проверочная работа) Физические основы работы диагностического оборудования и измерительной техники и основные современные методы диагностики импульсной плазмы (Контрольная работа) Оценки параметров установок и оборудования на основе представляемых в научной периодике измерявшихся величин (Контрольная работа)

		диагностик на импульсных плазменных установках;	
--	--	--	--

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Основные современные импульсные плазменные установки

Формы реализации: Билеты (письменный опрос)

Тип контрольного мероприятия: Проверочная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 15

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студенты письменно отвечают на вопросы.

Краткое содержание задания:

ответить на вопросы

Контрольные вопросы/задания:

Знать: основные современные импульсные плазменные установки;	1.Мощные лазерные установки для УТС 2.Плазменный фокус и УТС 3.Мощные генераторы тока для УТС (z-пинчи) 4.Плазменный фокус – генерация нейтронов для приложений 5.Электронные пучки – установки и особенности
--	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

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: 70

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: 50

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

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-2. Обработка и анализ экспериментальных данных

Формы реализации: Билеты (письменный опрос)

Тип контрольного мероприятия: Эксперимент

Вес контрольного мероприятия в БРС: 15

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студенты письменно отвечают на вопросы.

Краткое содержание задания:

продемонстрировать умения на практике

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: обрабатывать и анализировать экспериментальные данные, получаемые с помощью типовых диагностик на импульсных плазменных установках;	1. Провести интерполяцию экспериментальных данных 2. Осуществить простые математические действия с массивами данных 3. Определить значение производной экспериментальных кривых при значительном уровне шумов 4. Получить абсолютные значения измеряемых величин по осциллографическим измерениям 5. Перевести графические данные в цифровой формат и осуществлять их обработку
--	---

Описание шкалы оценивания:*Оценка: 5**Нижний порог выполнения задания в процентах: 80**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: 70**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: 50**Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено**Оценка: 2**Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено***КМ-3. Особенности исследования импульсных процессов****Формы реализации:** Билеты (письменный опрос)**Тип контрольного мероприятия:** Проверочная работа**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 15**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студенты письменно отвечают на вопросы.**Краткое содержание задания:**

ответить на вопросы

Контрольные вопросы/задания:

Знать: особенности исследования импульсных процессов;	1. Измерение импульсных токов 2. Измерение импульсных напряжений 3. Основные типы диагностик и определяемые с их помощью физические величины 4. Преимущества фотоэлектронных приборов 5. Электронно-оптические преобразователи. Принцип работы, основные достоинства
---	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

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: 60

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: 50

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

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-4. Физические основы работы диагностического оборудования и измерительной техники и основные современные методы диагностики импульсной плазмы

Формы реализации: Билеты (письменный опрос)

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студенты письменно отвечают на вопросы.

Краткое содержание задания:
ответить на вопросы

Контрольные вопросы/задания:

Знать: физические основы работы диагностического оборудования и основные современные методы диагностики импульсной плазмы;	1.Основные детекторы рентгеновского изображения 2.Спектральные линии. Механизм формирования, информация о плазме 3.Методы получения спектров в вакуумном ультрафиолете 4.Механизмы формирование лазерной тени 5.Зондирование плазмы рентгеновским излучением 6.Схемы кристаллических рентгеновских спектрографов
--	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

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: 60

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: 50

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

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-5. Оценки параметров установок и оборудования на основе представляемых в научной периодике измерявшихся величин

Формы реализации: Билеты (письменный опрос)

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 30

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студенты письменно выполняют задания.

Краткое содержание задания:

ответить на вопросы

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: применять полученные знания для оценки параметров установок и оборудования на основе представляемых в научной периодике измерявшихся величин.	1.Применение теневой и шпирен диагностик для определения параметров плазмы 2.Выбор параметров токового шунта исходя из предполагаемых амплитуды и длительности импульса тока 3.Выбор параметров делителя напряжения исходя из предполагаемых амплитуды и длительности импульса напряжения 4.Определение параметров плазмы по линейчатому излучению 5.Применение метода фильтров для получения рентгеновских спектров
--	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

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: 70

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: 50

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

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

3 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

Билет 1

1. Мощные генераторы тока для УТС (z-пинчи)
2. Определение значения производной экспериментальных кривых при значительном уровне шумов.

Процедура проведения

Устный ответ на вопросы.

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

1. Компетенция/Индикатор: ИД-6ПК-2 Владеет физическим описанием основных плазменных процессов, в исследовательских и промышленных импульсных плазменных установках и способен проводить расчеты параметров специального диагностического оборудования

Вопросы, задания

1. Билет 2

1. Плазменный фокус – генерация нейтронов для приложений
2. Осуществление простых математических действия с массивами данных.

2. Билет 3

1. Измерение импульсных токов
2. Преимущества и недостатки УТС с магнитным удержанием.

3. Билет 4

1. Измерение импульсных напряжений
2. Шумы. Классификация, основные зависимости.

4. Билет 5

1. Сильноточные электронные пучки – установки и особенности)
2. Преимущества фотоэлектронных приборов.

5. Билет 6

1. Основные типы диагностик и определяемые с их помощью физические величины.
2. Получение абсолютных значений измеряемых величин по осциллографическим измерениям.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Тест 1

Откуда появляются нейтроны в высокотемпературной плазме?

Ответы:

1. Ядерные реакции деления
2. Ядерные реакции синтеза
3. Молекулярные реакции
4. Диссоциация

Верный ответ: 2. Ядерные реакции синтеза

2.Тест 2

Какое соотношение определяет расстояние на котором плазма квазинейтральна?

Ответы:

1. Уравнение Греда-Шафранова
2. Радиус Дебая
3. Радиус Лармора
4. Уравнение плазменной квазинейтральности

Верный ответ: 2. Радиус Дебая

3.Тест 3

Какая из представленных диагностик является пассивной?

Ответы:

1. Зондовые измерения
2. Лазерное теневое фотографирование
3. Болометрические измерения
4. Шлирен-диагностика

Верный ответ: 3. Болометрические измерения

4. Тест 4

Самый мощный на сегодняшний день генератор тока в мире?

Ответы:

1. Установка ZR
2. Установка NIF
3. Установка Ангара 5-1
4. Все примерно на одном уровне

Верный ответ: 1. Установка ZR

5.Тест 5

Низкотемпературная плазма, обычно имеет температуру порядка:

Ответы:

1. 10 K
2. 100 K
3. 273 K
4. 10000 K

Верный ответ: 4. 10000 K

6.Тест 6

Высокотемпературной считается плазма с температурой порядка:

Ответы:

1. 100 K
2. 1000 K
3. 50000 K
4. 1000000 K

Верный ответ: 4. 1000000 K

7.Тест 7

Ионы могут иметь заряд:

Ответы:

1. Только +
2. Только -
3. Как + так и -
4. Ионы не имеют заряда

Верный ответ: 3. Как + так и -

8.Тест 8

Энергия нейтронов в dd составляет около:

Ответы:

1. 25 кэВ
2. 14,1 МэВ
3. 2,45 МэВ
4. 1,2 ГэВ

Верный ответ: 3. 2,45 МэВ

9.Тест 9

Энергия нейтронов в dt составляет около:

Ответы:

1. 25 кэВ
2. 14,1 МэВ
3. 2,45 МэВ
4. 1,2 ГэВ

Верный ответ: 2. 14,1 МэВ

10.Тест 10

Гамма излучение это

Ответы:

1. Низкоэнергетическое электромагнитное излучение
2. Высокоэнергетичное электромагнитное излучение
3. Поток электронов
4. Поток нейтронов

Верный ответ: 2. Высокоэнергетичное электромагнитное излучение

11.Тест 11

Установка ИТЭР представляет собой

Ответы:

1. Мощный лазер
2. Генератор мощных импульсов тока
3. Установку для рентгеновской радиографии
4. Токамак

Верный ответ: 4. Токамак

12.Тест 12

Фемтосекундные лазеры имеют длительность импульса:

Ответы:

1. Более 1 с
2. Менее 10^{-6} с
3. Более 10^{12} с
4. Менее 10^{-12} с

Верный ответ: 4. Менее 10^{-12} с

13.Тест 13

Что такое z-пинч?

Ответы:

1. Сложная открытая плазменная ловушка в форме буквы z
2. Продольный самосжимающийся токовый разряд
3. Пробой по диэлектрику в камере низкого давления
4. Метод диагностики

Верный ответ: 2. Продольный самосжимающийся токовый разряд

14.Тест 14

Что такое плазменный фокус?

Ответы:

1. Наглядный учебный опыт демонстрирующий свойства плазмы
2. Плотный плазменный сгусток, возникающий за счёт пинч-эффекта в специфической конфигурации электрического поля.
3. Стратегия развития мировой энергетики с прицелом на применение термоядерной энергии
4. Плазменное образование, возникающее при вакуумном пробое между двумя проводящими электродами

Верный ответ: 2. Плотный плазменный сгусток, возникающий за счёт пинч-эффекта в специфической конфигурации электрического поля.

15.Тест 15

Дейтерий и тритий это:

Ответы:

1. Элементы таблицы Менделеева
2. Специальные синтетические соединения для плазменных экспериментов
3. Изотопы водорода
4. Установки по исследованию УТС

Верный ответ: 3. Изотопы водорода

16.Тест 16

Что измеряет болометр в импульсном плазменном эксперименте?

Ответы:

1. Ход мощности электромагнитного излучения
2. Интегральную энергию электромагнитного излучения
3. Потоки нейтронов
4. Рассеянное лазерное зондирующее излучение

Верный ответ: 2. Интегральную энергию электромагнитного излучения

17.Тест 17

Какой из детекторов применяется для определения интегрального выхода нейтронного излучения?

Ответы:

1. Болометр
2. Калориметр.
3. Активационный детектор
4. ПЗС детектор

Верный ответ: 3. Активационный детектор

18.Тест 18

Сечение какой из реакций синтеза выше при температурах порядка 1 кэВ

Ответы:

1. dd
2. dt
3. pB
4. tt

Верный ответ: 2. dt

19.Тест 19

Кто из ученых не имеет отношения к термоядерным исследованиям?

Ответы:

1. А.Д. Сахаров
2. В.Д. Шафранов.
3. И.Е. Тамм
4. П.Н Яблочков

Верный ответ: 4. П.Н Яблочков

20.Тест 20

Что такое ЭОП?

Ответы:

1. Элементарный оптический прибор
2. Электронный оптический прибор
3. Электронно-оптический преобразователь
4. Элемент оптического прибора

Верный ответ: 3. Электронно-оптический преобразователь

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: 70

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: 50

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

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу