

**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

**Рабочая программа дисциплины**  
**ПРИБОРЫ И ТЕХНИКА ЭКСПЕРИМЕНТА**

<b>Блок:</b>	<b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>
<b>Часть образовательной программы:</b>	<b>Часть, формируемая участниками образовательных отношений</b>
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	<b>Б1.Ч.02</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>1 семестр - 5;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>180 часов</b>
<b>Лекции</b>	<b>1 семестр - 32 часа;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>1 семестр - 16 часов;</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>1 семестр - 16 часов;</b>
<b>Консультации</b>	<b>1 семестр - 2 часа;</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>1 семестр - 113,5 часов;</b>
<b>в том числе на КП/КР</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Иная контактная работа</b>	<b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>
<b>включая:</b> Тестирование Лабораторная работа Реферат	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	<b>1 семестр - 0,50 часа;</b>

**Москва 2023**

## ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Федорович С.Д.
	Идентификатор	R4b28090f-FedorovichSD-c72edc0f

(подпись)

С.Д. Федорович

(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)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** Изучение основных методов диагностики высоко- и низкотемпературной плазмы, изучение методов измерения физических величин, приобретение практических навыков применения измерительных приборов и техники эксперимента, характерных для плазменных технологий

### Задачи дисциплины

- получение информации о физических явлениях, используемых в основных методах диагностики плазмы;
- изучение условий и методик реализации основных методов диагностики плазмы;
- изучение принципа действия и основных характеристик преобразователей неэлектрических величин в электрические в физическом эксперименте;
- освоение электрических методов измерения и измерительной техники, применяемых в экспериментальных установках;
- приобретение навыков выбора преобразователей и измерительной аппаратуры в различных условиях физического эксперимента;
- приобретение навыков принятия и обоснования конкретных технических решений при последующем конструировании элементов плазменных и теплофизических установок.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-2 Способен применять расчетно-теоретические методы и экспериментальные навыки исследования процессов, используемых в атомной энергетике, термоядерных исследованиях, плазменных установках	ИД-2 <sub>ПК-2</sub> Владеет практическими навыками применения измерительных приборов и техники эксперимента, характерных для плазменных технологий	знать: - принцип действия и конструктивные особенности основного измерительного и вспомогательного оборудования для проведения физических экспериментов по исследованию технологических воздействий плазмы; - методы экспериментального исследования теплогидравлических и электромагнитных процессов.  уметь: - самостоятельно выбирать тип приборов для решения поставленной экспериментальной задачи; - использовать пакеты прикладных программ вычислительной математики для обработки экспериментальных данных.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Прикладная физика плазмы и управляемый термоядерный синтез (далее – ОПОП), направления подготовки 14.04.01 Ядерная энергетика и теплофизика, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Базируется на уровне среднего общего образования.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания
				Контактная работа							СР			
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль	
КПР	ГК	ИККП	ТК											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Основные группы электрической измерительной аппаратуры	20	1	4	6	2	-	-	-	-	-	8	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Основные группы электрической измерительной аппаратуры"</p> <p><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Основные группы электрической измерительной аппаратуры" материалу.</p> <p><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Основные группы электрической измерительной аппаратуры и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Основные группы электрической измерительной аппаратуры" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу</p>
1.1	Основные группы электрической измерительной аппаратуры	20		4	6	2	-	-	-	-	-	-	8	

																<p>"Основные группы электрической измерительной аппаратуры"</p> <p><b><u>Подготовка реферата:</u></b> В рамках реферативной части студенту необходимо провести обзор литературных источников по выбранной теме, комплексно осветить вопрос в соответствии с темой реферата, подготовить презентацию для выступления по результатам работы на семинарском занятии. В качестве тем реферата студенту предлагаются следующие варианты:</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 3 -23; 217 – 226.</p>
2	Методы термометрии	14	4	-	2	-	-	-	-	-	-	8	-			<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Методы термометрии"</p> <p><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции</p> <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Методы термометрии и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Методы термометрии" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Методы термометрии"</p> <p><b><u>Подготовка реферата:</u></b> В рамках реферативной части студенту необходимо провести обзор литературных источников по выбранной теме, комплексно осветить вопрос в соответствии с темой реферата, подготовить презентацию для выступления по результатам работы на семинарском занятии. В качестве тем реферата студенту</p>
2.1	Методы термометрии	14	4	-	2	-	-	-	-	-	-	8	-			

													предлагаются следующие варианты: <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 225 – 296. [2], стр. 94 – 99; 142 – 146 [4], стр.24 -33; 45-49; 412-441
3	Методы и приборы для экспериментального исследования плотности потока излучения плазмы. Плазменные зонды	16	2	4	2	-	-	-	-	-	8	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Методы и приборы для экспериментального исследования плотности потока излучения плазмы. Плазменные зонды" <b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Методы и приборы для экспериментального исследования плотности потока излучения плазмы. Плазменные зонды" материалу.
3.1	Методы и приборы для экспериментального исследования плотности потока излучения плазмы. Плазменные зонды	16	2	4	2	-	-	-	-	-	8	-	<b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Методы и приборы для экспериментального исследования плотности потока излучения плазмы. Плазменные зонды и подготовка к контрольной работе <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Методы и приборы для экспериментального исследования плотности потока излучения плазмы. Плазменные зонды" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение

													дополнительного материала по разделу "Методы и приборы для экспериментального исследования плотности потока излучения плазмы. Плазменные зонды" <b><u>Подготовка реферата:</u></b> В рамках реферативной части студенту необходимо провести обзор литературных источников по выбранной теме, комплексно осветить вопрос в соответствии с темой реферата, подготовить презентацию для выступления по результатам работы на семинарском занятии. В качестве тем реферата студенту предлагаются следующие варианты: <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [6], стр.187 – 206 [11], стр. 45 – 71. стр. 208 – 229.
4	Методы и техника получения и измерения высокого напряжения	16	4	2	2	-	-	-	-	-	8	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Методы и техника получения и измерения высокого напряжения"
4.1	Методы и техника получения и измерения высокого напряжения	16	4	2	2	-	-	-	-	-	8	-	<b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Методы и техника получения и измерения высокого напряжения" материалу. <b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Методы и техника получения и измерения высокого напряжения и подготовка к контрольной работе <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Методы и



														техника получения и измерения высокого напряжения" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Методы и техника получения и измерения высокого напряжения" <b><u>Подготовка реферата:</u></b> В рамках реферативной части студенту необходимо провести обзор литературных источников по выбранной теме, комплексно осветить вопрос в соответствии с темой реферата, подготовить презентацию для выступления по результатам работы на семинарском занятии. В качестве тем реферата студенту предлагаются следующие варианты: <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [5], стр. 33 – 41; 69 – 95.
5	Техника получения пучков заряженных частиц	18	4	-	2	-	-	-	-	-	12	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Техника получения пучков заряженных частиц"	
5.1	Техника получения пучков заряженных частиц	18	4	-	2	-	-	-	-	-	12	-	<b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Техника получения пучков заряженных частиц и подготовка к контрольной работе <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Техника получения пучков заряженных частиц" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Техника получения пучков заряженных частиц"	

													<p><b><u>Подготовка реферата:</u></b> В рамках реферативной части студенту необходимо провести обзор литературных источников по выбранной теме, комплексно осветить вопрос в соответствии с темой реферата, подготовить презентацию для выступления по результатам работы на семинарском занятии. В качестве тем реферата студенту предлагаются следующие варианты:</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [7], стр. 129 – 136.</p>
6	Аппаратная функция спектрометра. Энергоанализаторы	18	4	4	2	-	-	-	-	-	8	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Аппаратная функция спектрометра. Энергоанализаторы"</p>
6.1	Аппаратная функция спектрометра. Энергоанализаторы	18	4	4	2	-	-	-	-	-	8	-	<p><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Аппаратная функция спектрометра. Энергоанализаторы" материалу.</p> <p><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Аппаратная функция спектрометра. Энергоанализаторы и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Аппаратная функция спектрометра. Энергоанализаторы" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу</p>

													<p>"Аппаратная функция спектрометра. Энергоанализаторы"</p> <p><b><u>Подготовка реферата:</u></b> В рамках реферативной части студенту необходимо провести обзор литературных источников по выбранной теме, комплексно осветить вопрос в соответствии с темой реферата, подготовить презентацию для выступления по результатам работы на семинарском занятии. В качестве тем реферата студенту предлагаются следующие варианты:</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b>  [3], стр. 28 – 36, 14 – 27  [10], стр. 12 – 38; 27 -45  [13], стр. 5 – 19.</p>
7	Основные виды электронной спектроскопии	22	4	-	2	-	-	-	-	-	16	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b>  Повторение материала по разделу "Основные виды электронной спектроскопии"</p> <p><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b>  Проработка лекции</p> <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b>  Изучение материалов по разделу Основные виды электронной спектроскопии и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b>  Изучение материала по разделу "Основные виды электронной спектроскопии" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Основные виды электронной спектроскопии"</p> <p><b><u>Подготовка реферата:</u></b> В рамках реферативной части студенту необходимо провести обзор литературных источников по</p>
7.1	Основные виды электронной спектроскопии	22	4	-	2	-	-	-	-	-	16	-	

													выбранной теме, комплексно осветить вопрос в соответствии с темой реферата, подготовить презентацию для выступления по результатам работы на семинарском занятии. В качестве тем реферата студенту предлагаются следующие варианты: <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [8], стр. 250 – 271; 146 – 155; 211 – 227. [9], стр. 47 – 74 [14], гл. 1, стр. 7-22
8	Атомный силовой микроскоп	12	4	-	-	-	-	-	-	-	8	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Атомный силовой микроскоп"
8.1	Атомный силовой микроскоп	12	4	-	-	-	-	-	-	-	8	-	<b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Атомный силовой микроскоп и подготовка к контрольной работе <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Атомный силовой микроскоп" <b><u>Подготовка реферата:</u></b> В рамках реферативной части студенту необходимо провести обзор литературных источников по выбранной теме, комплексно осветить вопрос в соответствии с темой реферата, подготовить презентацию для выступления по результатам работы на семинарском занятии. В качестве тем реферата студенту предлагаются следующие варианты: <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [12], стр.13 – 32; 49 – 93.
9	Лазерный оптический зонд (ЛИДАР)	8	2	-	2	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Лазерный оптический зонд (ЛИДАР)"
9.1	Лазерный оптический зонд (ЛИДАР)	8	2	-	2	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции

													<p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Лазерный оптический зонд (ЛИДАР) и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Лазерный оптический зонд (ЛИДАР)" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Лазерный оптический зонд (ЛИДАР)"</p> <p><b><u>Подготовка реферата:</u></b> В рамках реферативной части студенту необходимо провести обзор литературных источников по выбранной теме, комплексно осветить вопрос в соответствии с темой реферата, подготовить презентацию для выступления по результатам работы на семинарском занятии. В качестве тем реферата студенту предлагаются следующие варианты:</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [15], стр. 42 -63</p>
	Экзамен	36.00	-	-	-	-	2	-	-	0.50	-	33.50	
	Всего за семестр	180.00	32	16	16	-	2	-	-	0.50	80	33.50	
	Итого за семестр	180.00	32	16	16		2		-	0.50		113.50	

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

## **3.2 Краткое содержание разделов**

### 1. Основные группы электрической измерительной аппаратуры

#### 1.1. Основные группы электрической измерительной аппаратуры

Роль электрической измерительной аппаратуры в измерении физических величин. Основные группы электрической измерительной аппаратуры. Первичные измерительные преобразователи. Методы измерения малых токов, напряжений и сопротивлений. Мостовые схемы измерений. Потенциометры. Нормальные элементы их назначение, принцип действия и основные характеристики. Вторичные электронные умножители. Фотоэлектронные умножители. Принцип их действия и области применения. Методы измерения больших токов..

### 2. Методы термометрии

#### 2.1. Методы термометрии

Термопары. Термометры сопротивления. Полупроводниковые датчики температуры и их область применения. Информационно-измерительная техника и технология на основе волоконно-оптических датчиков и систем..

### 3. Методы и приборы для экспериментального исследования плотности потока излучения плазмы. Плазменные зонды

3.1. Методы и приборы для экспериментального исследования плотности потока излучения плазмы. Плазменные зонды

Фотодиоды. Неселективные приемники излучения. Плазменные зонды. Зонд Ленгмюра. Вольтамперная характеристика зонда Ленгмюра в плазме дугового разряда и ее применение для определения параметров плазмы..

### 4. Методы и техника получения и измерения высокого напряжения

#### 4.1. Методы и техника получения и измерения высокого напряжения

Принципиальная схема каскадного генератора высокого напряжения. Генератор импульсного напряжения Маркса. Генератор Ван де Граафа Основные методы и приборы для измерения высокого напряжения..

### 5. Техника получения пучков заряженных частиц

#### 5.1. Техника получения пучков заряженных частиц

Электронная пушка и ее характеристики. Основные типы электронных пушек. Классификация источников ионов. Принципиальная схема дуоплазмотрона и область его применения. Ионные субмикронные зонды. Принципиальная схема зонда, чувствительность к концентрации примеси, проблемы с количественной интерпретацией данных ионного микроанализа поверхности. Вторичноионный масс-спектрометр, его принципиальная схема и область применения..

### 6. Аппаратная функция спектрометра. Энергоанализаторы

#### 6.1. Аппаратная функция спектрометра. Энергоанализаторы

Аппаратная функция, ее связь с разрешением спектрометра. Методы экспериментального определения аппаратной функции спектрометра (энергоанализатора). Принцип действия и область применения кремниевого поверхностно-барьерного детектора ядерных частиц.

Атомные столкновения и спектрометрия обратного рассеяния Резерфорда. Энергоанализаторы. Принципы действия и область применения..

### 7. Основные виды электронной спектроскопии

#### 7.1. Основные виды электронной спектроскопии

Спектроскопия характеристических (электронных) потерь энергии. Область применения. Оже-спектрометрия. Область применения. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия. Источники рентгеновского излучения, применяемые в фотоэлектронной спектроскопии. Спектроскопия отраженных электронов. Область применения..

### 8. Атомный силовой микроскоп

#### 8.1. Атомный силовой микроскоп

Атомный силовой микроскоп. Принцип действия и область применения. Сканирующий туннельный электронный микроскоп. Принцип действия и область применения..

### 9. Лазерный оптический зонд (ЛИДАР)

#### 9.1. Лазерный оптический зонд (ЛИДАР)

Зондирование атмосферы с помощью лазера. Лазерный оптический зонд (ЛИДАР). Основные виды рассеяния света в атмосфере. Спонтанное комбинационное рассеяние света и его применение для анализа состава атмосферы..

### **3.3. Темы практических занятий**

1. Методы измерения малых токов, напряжений и сопротивлений. Мостовые схемы измерений. Потенциометры. Вторичные электронные умножители;
2. Методы и техника получения высокого напряжения. Расчет пульсаций напряжения на выходе каскадного генератора;
3. Атомные столкновения и спектрометрия обратного рассеяния Резерфорда. Расчет кинематического фактора при упругом столкновении иона гелия с атомом меди;
4. Расчет минимальной относительной концентрации примеси данного элемента в твердом теле, определяемой ионным субмикронным зондом. Расчет отношения концентраций примесей в твердом теле по результатам рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии;
5. Энергоанализаторы. Расчет коэффициента связи между энергией электронов и отклоняющим напряжением между обкладками сферического энергоанализатора, оценка разрешения энергоанализатора.

### **3.4. Темы лабораторных работ**

1. Определение характеристик насыщенного нормального элемента. Поверка цифрового вольтметра с помощью нормального элемента;
2. Определение внутреннего сопротивления магнитоэлектрического амперметра. Исследование характеристик схемы шунтирования амперметра;
3. Применение датчика Холла для определения сила тока в проводнике;
4. Определение характеристик каскадного генератора высокого напряжения;
5. Определение аппаратной функции дифракционного спектрометра. Изучение спектрального состава излучения при помощи цифрового дифракционного спектрометра AvaSpec-2048;

6. Определение абсолютной интенсивности излучения.

### **3.5 Консультации**

#### *Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)*

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Основные группы электрической измерительной аппаратуры"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Методы термометрии"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Методы и приборы для экспериментального исследования плотности потока излучения плазмы. Плазменные зонды"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Методы и техника получения и измерения высокого напряжения"
5. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Техника получения пучков заряженных частиц"
6. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Аппаратная функция спектрометра. Энергоанализаторы"
7. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Основные виды электронной спектроскопии"
8. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Атомный силовой микроскоп"
9. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Лазерный оптический зонд (ЛИДАР)"

### **3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ**

Курсовой проект/ работа не предусмотрены



### 3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)									Оценочное средство (тип и наименование)	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9		
<b>Знать:</b>												
методы экспериментального исследования теплогидравлических и электромагнитных процессов	ИД-2ПК-2		+	+	+	+	+	+	+	+	+	Реферат/Презентация и защита реферата
принцип действия и конструктивные особенности основного измерительного и вспомогательного оборудования для проведения физических экспериментов по исследованию технологических воздействий плазмы	ИД-2ПК-2	+	+	+						+		Тестирование/Тест на знание терминологии 1 Тестирование/Тест на знание терминологии по электронной спектроскопии и сканирующей зондовой микроскопии
<b>Уметь:</b>												
использовать пакеты прикладных программ вычислительной математики для обработки экспериментальных данных	ИД-2ПК-2				+	+	+					Лабораторная работа/Защита лабораторных работ № 4, 5, 6
самостоятельно выбирать тип приборов для решения поставленной экспериментальной задачи	ИД-2ПК-2	+	+	+								Лабораторная работа/Защита лабораторных работ № 1, 2, 3

## **4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)**

### **4.1. Текущий контроль успеваемости**

#### **1 семестр**

Форма реализации: Выступление (доклад)

1. Презентация и защита реферата (Реферат)

Форма реализации: Письменная работа

1. Защита лабораторных работ № 1, 2, 3 (Лабораторная работа)
2. Защита лабораторных работ № 4, 5, 6 (Лабораторная работа)
3. Тест на знание терминологии 1 (Тестирование)
4. Тест на знание терминологии по электронной спектроскопии и сканирующей зондовой микроскопии (Тестирование)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

### **4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине**

#### *Экзамен (Семестр №1)*

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

В диплом выставляется оценка за 1 семестр.

**Примечание:** Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1 Печатные и электронные издания:**

1. Атамалян, Э. Г. Приборы и методы измерения электрических величин : Учебное пособие для вузов / Э. Г. Атамалян . – 2-е изд., перераб. и доп . – М. : Высшая школа, 1989 . – 384 с.;
2. Асиновский, Э. И. Стабилизированные электрические дуги и их применение в теплофизическом эксперименте / Э. И. Асиновский, А. В. Кириллин, В. Л. Низовский . – 2-е изд., испр. и доп . – М. : Физматлит, 2008 . – 264 с. – (Фундаментальная и прикладная физика) . - ISBN 978-5-922109-74-1 .;
3. Нгуен-Куок Ши. Физика низкотемпературной плазмы. Лабораторный практикум : учебное пособие по курсам "Математическое моделирование источников низкотемпературной плазмы", "Приборы и техника эксперимента", "Излучательные свойства и спектроскопия низкотемпературной плазмы" / Нгуен-Куок Ши, С. Д. Федорович, В. Ф. Чиннов, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Изд-во МЭИ, 2014 . – 64 с. - ISBN 978-5-7046-1539-2 .  
[http://elib.mpei.ru/action.php?kt\\_path\\_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=7662](http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=7662);
4. Волоконно-оптические датчики. Вводный курс для инженеров и научных работников : пер. с англ. / Ред. Э. Удд . – М. : Техносфера, 2008 . – 520 с. – (Мир электроники) . - ISBN 978-5-94836-191-8 .;
5. Свиньин, М. П. Расчет и проектирование высоковольтных ускорителей электронов для радиационной технологии / М. П. Свиньин . – М. : Энергоатомиздат, 1989 . – 142 с. - ISBN 5-283-03953-6 : 0.50 .;

6. Райзер, Ю. П. Физика газового разряда / Ю. П. Райзер . – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Наука, 1992 . – 535 с. - ISBN 5-02-014615-3 : 300.00 .;
7. Лебедев, А. Н. Основы физики и техники ускорителей : Учебное пособие для физических и инженерно-физических специальностей вузов / А. Н. Лебедев, А. В. Шальнов . – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Энергоатомиздат, 1991 . – 528 с.;
8. Фелдман, Л. Основы анализа поверхности и тонких пленок = Fundamentals of surface and thin film analysis : пер. с англ. / Л. Фелдман, Д. Майер ; ред. В. В. Белошицкий . – М. : Мир, 1989 . – 342 с.;
9. Пул, Ч. Нанотехнологии : учебное пособие по направлению "Нанотехнологии" : пер. с англ. / Ч. Пул, Ф. Оуэнс . – М. : Техносфера, 2004 . – 328 с. – (Мир материалов и технологий) . - ISBN 5-948360-21-0 .;
10. Тарасов, К. И. Спектральные приборы / К. И. Тарасов . – 2-е изд., доп. и перераб. – Л. : Машиностроение, 1977 . – 368 с.;
11. Габович, М. Д. Пучки ионов и атомов для управляемого термоядерного синтеза и технологических целей / М. Д. Габович, Н. В. Плешивцев, Н. Н. Семашко . – М. : Энергоатомиздат, 1986 . – 248 с.;
12. Миронов, В. Л. Основы сканирующей зондовой микроскопии : учебное пособие для старших курсов вузов / В. Л. Миронов, Ин-т физики микроструктур Рос. акад. наук . – М. : Техносфера, 2004 . – 144 с. – (Мир физики и техники) . - ISBN 5-948360-34-2 .;
13. Метод инвариантного погружения в теории переноса частиц и излучений. Проблемы расшифровки сигналов электронной спектроскопии : учебное пособие по курсам "Взаимодействие частиц и излучений с конструкционными материалами", "Приборы и техника эксперимента", "Методы и приборы для изучения наночастиц" по направлению "Ядерная энергетика и теплофизика" / В. П. Афанасьев, А. С. Грязев, П. С. Капля, С. Д. Федорович, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Изд-во МЭИ, 2016 . – 100 с. - ISBN 978-5-7046-1679-5 .  
[http://elib.mpei.ru/action.php?kt\\_path\\_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=8186](http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=8186);
14. И. М. Нагибина- "Спектральные приборы и техника спектроскопии", Издательство: "Машгиз", Москва, Ленинград, 1963 - (274 с.)  
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=474147>;
15. Современные проблемы атмосферной оптики. Т.3. Спектроскопия атмосферы / В. Е. Зуев, Ю. С. Макушкин, Ю. Н. Пономарев ; общ. ред. В. Е. Зуев . – Л. : Гидрометеоиздат, 1987 . – 246 с..

## **5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Майнд Видеоконференции.

## **5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:**

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - [http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub\\_red](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red)
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
5. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
6. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
7. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>

8. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
9. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
10. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
11. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
12. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
13. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
14. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>
15. Информационно-справочная система «Кодекс/Техэксперт» - <Http://proinfosoft.ru;http://docs.cntd.ru/>
16. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
17. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии - <http://protect.gost.ru/>
18. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	А-119, Учебно-научная лаборатория физики плазмы и инновационных материалов	рабочее место сотрудника, стол, стул, шкаф, компьютерная сеть с выходом в Интернет, лабораторный стенд, оборудование учебное, техническая аппаратура, компьютер персональный, инвентарь специализированный
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	А-119, Учебно-научная лаборатория физики плазмы и инновационных материалов	рабочее место сотрудника, стол, стул, шкаф, компьютерная сеть с выходом в Интернет, лабораторный стенд, оборудование учебное, техническая аппаратура, компьютер персональный, инвентарь специализированный
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	А-119, Учебно-научная лаборатория физики плазмы и инновационных материалов	рабочее место сотрудника, стол, стул, шкаф, компьютерная сеть с выходом в Интернет, лабораторный стенд, оборудование учебное, техническая аппаратура, компьютер персональный, инвентарь специализированный
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	А-119, Учебно-научная лаборатория физики плазмы и инновационных материалов	рабочее место сотрудника, стол, стул, шкаф, компьютерная сеть с выходом в Интернет, лабораторный стенд, оборудование учебное, техническая аппаратура, компьютер персональный, инвентарь специализированный
Помещения для самостоятельной работы	А-110, Вычислительная лаборатория	стол преподавателя, стол компьютерный, стул, доска интерактивная, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, указка лазерная, многофункциональный центр,

		сервер, компьютер персональный, принтер, наборы демонстрационного оборудования
Помещения для консультирования	А-208, Преподавательская	кресло рабочее, рабочее место сотрудника, стол, шкаф для документов, компьютерная сеть с выходом в Интернет, колонки, компьютер персональный, принтер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	А-025, Кладовка лабораторного оборудования	стеллаж, оборудование специализированное

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Приборы и техника эксперимента

(название дисциплины)

#### 1 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

- КМ-1 Тест на знание терминологии 1 (Тестирование)
- КМ-2 Защита лабораторных работ № 1, 2, 3 (Лабораторная работа)
- КМ-3 Защита лабораторных работ № 4, 5, 6 (Лабораторная работа)
- КМ-4 Тест на знание терминологии по электронной спектроскопии и сканирующей зондовой микроскопии (Тестирование)
- КМ-5 Презентация и защита реферата (Реферат)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
		Неделя КМ:	4	8	10	12	16
1	Основные группы электрической измерительной аппаратуры						
1.1	Основные группы электрической измерительной аппаратуры		+	+		+	
2	Методы термометрии						
2.1	Методы термометрии		+	+		+	+
3	Методы и приборы для экспериментального исследования плотности потока излучения плазмы. Плазменные зонды						
3.1	Методы и приборы для экспериментального исследования плотности потока излучения плазмы. Плазменные зонды		+	+		+	+
4	Методы и техника получения и измерения высокого напряжения						
4.1	Методы и техника получения и измерения высокого напряжения				+		+
5	Техника получения пучков заряженных частиц						
5.1	Техника получения пучков заряженных частиц				+		+
6	Аппаратная функция спектрометра. Энергоанализаторы						
6.1	Аппаратная функция спектрометра. Энергоанализаторы				+		+
7	Основные виды электронной спектроскопии						

7.1	Основные виды электронной спектроскопии	+			+	+
8	Атомный силовой микроскоп					
8.1	Атомный силовой микроскоп					+
9	Лазерный оптический зонд (ЛИДАР)					
9.1	Лазерный оптический зонд (ЛИДАР)					+
Вес КМ, %:		20	25	25	10	20