

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

---

Направление подготовки/специальность: 14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика

Наименование образовательной программы: Термоядерные реакторы и плазменные установки

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**ОСНОВЫ ФИЗИКИ ПЛАЗМЫ**


<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.09</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>7 семестр - 4;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>144 часа</b>
<b>Лекции</b>	<b>7 семестр - 32 часа;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>7 семестр - 32 часа;</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Консультации</b>	<b>7 семестр - 2 часа;</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>7 семестр - 77,5 часа;</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> <b>Контрольная работа</b> <b>Домашнее задание</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	<b>7 семестр - 0,5 часа;</b>

**Москва 2019**

## ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Моралев И.А.
	Идентификатор	R92c85401-MoralevIA-fe727cd7

(подпись)

И.А. Моралев

(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

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

(подпись)

А.В. Дедов

(расшифровка  
подписи)

Заведующий выпускающей  
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	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:** Целью освоения дисциплины является изучение основ физики плазмы на уровне основных подходов и понятий, с целью использования полученных знаний в научной работе, а также при изучении дальнейших дисциплин

### Задачи дисциплины

- Освоение фундаментальных понятий физики плазмы, основных подходов к её описанию;
- Приобретение навыков оценки основных параметров плазмы, соотнесения значений параметров с требованиями конкретных прикладных задач.

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-5 Способен принимать участие в расчетах характеристик процессов, протекающих в конкретных технических устройствах и аппаратах энергетического оборудования, ядерных и плазменных установок	ИД-4ПК-5 Владеет методами теоретического описания плазмы и навыками расчета плазменных параметров применительно к различным природным и техническим системам	знать: - основные подходы к описанию плазмы и плазмодинамики; - механизмы распространения и затухания волн и колебаний в плазменных средах.  уметь: - выполнять оценки ключевых плазменных параметров; - оценивать параметры дрейфовых движений частиц в полевых конфигурациях установок для удержания плазмы, а также параметры релаксации частиц в столкновениях; - выполнять оценку параметров колебательных процессов в плазме.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Термоядерные реакторы и плазменные установки (далее – ОПОП), направления подготовки 14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать общую физику в объеме: основы электродинамики, механики, механики жидкости и газа, термодинамики
- знать основы векторного анализа и дифференциальных уравнений в частных производных
- уметь делать оценки параметров тех или иных систем, пользуясь курсом общей физики
- уметь решать физические задачи в постановке, требующей применения математического аппарата векторного анализа и дифференциальных уравнений в частных производных

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 4 зачетных единицы, 144 часа.

№ 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	Плазма: основные понятия и характеристики. Движение частиц во внешних полях. Упругие столкновения в плазме	27	7	8	-	8	-	-	-	-	-	11	-	<p><b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Задания ориентированы на решения задач по разделу "Плазма: основные понятия и характеристики. Движение частиц во внешних полях. Упругие столкновения в плазме". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. В качестве задания используются следующие упражнения: 1. Оценить дебаевскую частоту, дебаевский радиус, число частиц в сфере Дебая 2. Оценить скорости теплового движения частиц в плазме 3. Оценить параметры траектории частиц в плазме 4. Оценить параметр замагниченности 5. Оценить скорости дрейфа в скрещенных полях, дрейфа в неоднородном магнитном поле и проч.</p> <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Плазма: основные понятия и характеристики. Движение частиц во внешних полях. Упругие столкновения в плазме и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Плазма: основные понятия и характеристики.</p>
1.1	Плазма: основные понятия и характеристики	8		2	-	2	-	-	-	-	-	4	-	
1.2	Движение частиц во внешних полях	10		3	-	3	-	-	-	-	-	4	-	
1.3	Упругие столкновения в плазме	9		3	-	3	-	-	-	-	-	3	-	

														<p>Движение частиц во внешних полях. Упругие столкновения в плазме" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b></p> <p>[1], 5-22, 36-45 [3], 12-59, 154-190 [4], 5-15, 52-105 [5], 4-117 [6], 8-105</p>
2	Гидродинамические модели. Коэффициенты переноса в замагниченной плазме	27	8	-	8	-	-	-	-	-	11	-	<p><b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Задания ориентированы на решения минизаданий по разделу "Гидродинамические модели. Коэффициенты переноса в замагниченной плазме". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. В качестве задания используются следующие упражнения: Оценить проводимость плазмы по заданной температуре и концентрации частиц Оценить параметр Холла и вклад холловского тока Оценить влияние магнитного поля на коэффициент классической диффузии Вычислить Магнитное число Рейнольдса для плазмы солнечной короны и сделать вывод о длине конвекции поля в выбросе плазмы</p>	
2.1	Однокомпонентные модели. Магнитная гидродинамика	14	4	-	4	-	-	-	-	-	6	-	<p>Оценить влияние магнитного поля на коэффициент классической диффузии Вычислить Магнитное число Рейнольдса для плазмы солнечной короны и сделать вывод о длине конвекции поля в выбросе плазмы</p>	
2.2	Двухкомпонентные модели. Коэффициенты переноса в плазме	13	4	-	4	-	-	-	-	-	5	-	<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Гидродинамические модели. Коэффициенты переноса в замагниченной плазме"</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Гидродинамические модели. Коэффициенты переноса в замагниченной плазме"</p>	

													<p>плазме" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Гидродинамические модели. Коэффициенты переноса в замагниченной плазме и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Гидродинамические модели. Коэффициенты переноса в замагниченной плазме" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.</p> <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Гидродинамические модели. Коэффициенты переноса в замагниченной плазме"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 23-31 [4], 15-45 [5], 128-287, 297-334 [6], 20-27</p>
3	Волны в плазме. Методы волновой диагностики плазмы	27	8	-	8	-	-	-	-	-	11	-	<p><b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Задания ориентированы на решения минизаданий по разделу "Волны в плазме. Методы волновой диагностики плазмы". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. В качестве задания используются следующие упражнения:</p>
3.1	Колебания и волны в плазме. Основные понятия	7	2	-	2	-	-	-	-	-	3	-	
3.2	Волны в холодной плазме	10	3	-	3	-	-	-	-	-	4	-	
3.3	Волны в теплой	10	3	-	3	-	-	-	-	-	4	-	

	плазме												<p>Оценить частоты отсечки волн в плазме без магнитного поля Оценить частоты отсечки и резонанса для волн в замагниченной плазме для RCP/LCP волн Оценить набег фазы в плазме при использовании просвечивающего СВЧ интерферометра Оценить поворот вектора поляризации при Фарадеевом вращении Вычислить параметры магнитозвуковых и ионно-звуковых волн в плазме</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Волны в плазме. Методы волновой диагностики плазмы" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Волны в плазме. Методы волновой диагностики плазмы и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 34-64 [3], 86-148 [4], .109-181 [5], .334-424 [6], 109-160</p>
4	Кинетическое описание плазмы	15	4	-	4	-	-	-	-	-	7	-	<p><b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Задания ориентированы на решения минизаданий по разделу "Кинетическое описание плазмы". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. В качестве задания используются следующие упражнения: Вычисление инкремента затухания Ландау в плазме</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу</p>
4.1	Кинетическая теория бесстолкновительной плазмы	7	2	-	2	-	-	-	-	-	3	-	
4.2	Уравнение Больцмана	8	2	-	2	-	-	-	-	-	4	-	

													<p>"Кинетическое описание плазмы"  <u>Подготовка к текущему контролю:</u>  Повторение материала по разделу "Кинетическое описание плазмы"  <u>Изучение материалов литературных источников:</u>  [1], 31-36  [4], 185-285  [5], 344-258  [6], 218-266</p>
5	Пристенные явления в плазме. Зондовые методы диагностики	12	4	-	4	-	-	-	-	-	4	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u>  Повторение материала по разделу "Пристенные явления в плазме. Зондовые методы диагностики"</p>
5.1	Объемный заряд в плазме и теория зонда Ленгмюра	12	4	-	4	-	-	-	-	-	4	-	<p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u>  Изучение материала по разделу "Пристенные явления в плазме. Зондовые методы диагностики" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях  <u>Подготовка расчетных заданий:</u> Задания ориентированы на решения минизадоч по разделу "Пристенные явления в плазме. Зондовые методы диагностики". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. В качестве задания используются следующие упражнения: Вычислить ионный и электронный токи насыщения на зонд  Оценить численные коэффициенты в ВАХ вакуумного диода  <u>Изучение материалов литературных источников:</u>  [2], 187-206</p>
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	144.0	32	-	32	-	2	-	-	0.5	44	33.5	
	Итого за семестр	144.0	32	-	32	2	-	-	-	0.5	77.5		



**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – 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. Плазма: основные понятия и характеристики. Движение частиц во внешних полях. Упругие столкновения в плазме

##### 1.1. Плазма: основные понятия и характеристики

Введение. Уравнения Максвелла. Распределения Больцмана и Максвелла. Понятие температуры. Понятие плазмы. Плазменная частота и дебаевский радиус. Дебаевское экранирование. Плазменный параметр. Способы описания плазмы. Равновесие ионизации в плазме. Константа равновесия. Формула Саха..

##### 1.2. Движение частиц во внешних полях

Одночастичное приближение. Движение частиц в магнитном поле. Ларморовский радиус и циклотронная частота. Дрейфы: в скрещенных полях, в неоднородном магнитном поле, центробежный, в неоднородном электрическом поле. Движение частиц в переменных полях. Магнитное зеркало и пробкотрон. Адиабатический нагрев плазмы магнитным полем..

##### 1.3. Упругие столкновения в плазме

Столкновения. Основные понятия. Транспортное сечение. Столкновение электронов с нейтралами. Столкновение электронов с ионами. Транспортное сечение в кулоновских соударениях. Кулоновский логарифм. Релаксация энергии и импульса в соударениях. Релаксация пучка с большой и малой энергией. Выравнивание температур различных компонент. Проводимость плазмы- полностью ионизованной и слабоионизованной. Убегающие электроны..

#### 2. Гидродинамические модели. Коэффициенты переноса в замагниченной плазме

##### 2.1. Однокомпонентные модели. Магнитная гидродинамика

Плазма как жидкость. Сравнение с одночастичным и кинетическим приближением. Диамагнитный дрейф. МГД приближение. Магнитное и газовое давление. Вмороженность и диффузия магнитного поля. Магнитное число Рейнольдса. Сжатие плазмы поперек и вдоль силовых линий, показатель адиабаты..

##### 2.2. Двухкомпонентные модели. Коэффициенты переноса в плазме

Двухкомпонентные и многокомпонентные модели. Проводимость замагниченной плазмы. Холловский ток. Диффузия и дрейф. Соотношения Эйнштейна. Амбиполярная диффузия. Диффузия в магнитном поле. Диамагнитный (градиентный) дрейф. Анизотропия дрейфа и диффузии в магнитном поле. Соотношение между гидродинамическим и одночастичным приближением..

#### 3. Волны в плазме. Методы волновой диагностики плазмы

##### 3.1. Колебания и волны в плазме. Основные понятия

Основные понятия теории волн, комплексные амплитуда и волновой вектор. Вывод уравнений для волн в замагниченной плазме..

##### 3.2. Волны в холодной плазме

Волны в плазме без магнитного поля. Диэлектрическая проницаемость плазмы. Методы СВЧ и лазерной диагностики.. Волны в холодной плазме в магнитном поле. Альфвеновские и магнитозвуковые волны. Волны вдоль поля. LCP, RCP волны. Волны поперек поля.

Обыкновенная и необыкновенная волны. Гибридные частоты. Дисперсия волн в магнитном поле..

### 3.3. Волны в теплой плазме

Волны в горячей плазме. Звук. Ионный и электронный звук. Дисперсия ионного и электронного звука. Влияние электрон-ионных столкновений на затухание волн.. Отражение волны от границы плазмы. Скин-слой: высокочастотный, низкочастотный, аномальный. Нелинейное взаимодействие волны с электронами. Высокочастотное давление и сжатие плазмы излучением..

## 4. Кинетическое описание плазмы

### 4.1. Кинетическая теория бесстолкновительной плазмы

Функция распределения и её моменты. Уравнения Больцмана и Власова. Затухание Ландау.

### 4.2. Уравнение Больцмана

Свойства интеграла столкновений. Проводимость плазмы в кинетическом приближении.

## 5. Пристенные явления в плазме. Зондовые методы диагностики

### 5.1. Объемный заряд в плазме и теория зонда Ленгмюра

Плоский диод. Слой объемного заряда. Теория зонда Ленгмюра.

## **3.3. Темы практических занятий**

1. Вводное занятие. Основы электродинамики и термодинамики.;
2. Основные параметры плазмы;
3. Равновесие ионизации в плазме;
4. Движение частиц в магнитном поле;
5. Дрейф частиц в магнитном поле;
6. Кулоновские столкновения в плазме;
7. Магнитная гидродинамика;
8. Использование двухкомпонентных моделей плазмы;
9. Волны в плазме без магнитного поля;
10. Волны в плазме в присутствии магнитного поля. Анизотропия и фарадеевское вращение. Магнитный звук;
11. Применение кинетической теории волн;
12. Применение теории одиночного зонда;
13. Волны в теплой плазме- основные оценки.

## **3.4. Темы лабораторных работ**

не предусмотрено

## **3.5 Консультации**

### Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Плазма: основные понятия и характеристики. Движение частиц во внешних полях. Упругие столкновения в плазме"

2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Гидродинамические модели. Коэффициенты переноса в замагниченной плазме"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Волны в плазме. Методы волновой диагностики плазмы"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Кинетическое описание плазмы"
5. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Пристенные явления в плазме. Зондовые методы диагностики"

### **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	
<b>Знать:</b>							
механизмы распространения и затухания волн и колебаний в плазменных средах	ИД-4ПК-5			+			Контрольная работа/Колебания и волны в плазме
основные подходы к описанию плазмы и плазмодинамики	ИД-4ПК-5		+				Контрольная работа/Столкновения. Гидродинамическое приближение
<b>Уметь:</b>							
выполнять оценку параметров колебательных процессов в плазме	ИД-4ПК-5			+	+	+	Домашнее задание/Сдача второй части домашнего задания. Волны в плазме. Кинетическое описание плазмы
оценивать параметры дрейфовых движений частиц в полевых конфигурациях установок для удержания плазмы, а также параметры релаксации частиц в столкновениях	ИД-4ПК-5	+					Контрольная работа/Движение частиц в электрическом и магнитном полях
выполнять оценки ключевых плазменных параметров	ИД-4ПК-5	+	+				Домашнее задание/Сдача первой части домашнего задания. Движение частиц во внешних полях. Гидродинамика плазмы

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

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

**7 семестр**

Форма реализации: Письменная работа

1. Движение частиц в электрическом и магнитном полях (Контрольная работа)
2. Колебания и волны в плазме (Контрольная работа)
3. Столкновения. Гидродинамическое приближение (Контрольная работа)

Форма реализации: Проверка задания

1. Сдача второй части домашнего задания. Волны в плазме. Кинетическое описание плазмы (Домашнее задание)
2. Сдача первой части домашнего задания. Движение частиц во внешних полях. Гидродинамика плазмы (Домашнее задание)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

*Экзамен (Семестр №7)*

Оценка выставляется на основании экзамена и результатов промежуточных контрольных мероприятий.

В диплом выставляется оценка за 7 семестр.

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

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

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

1. Кулыгин, В. М. Начала физики плазмы : Учебное пособие по курсу "Физика плазмы" направления "Техническая физика" / В. М. Кулыгин, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 2003 . – 107 с. - ISBN 5-7046-0972-4 .;
2. Райзер, Ю. П. Физика газового разряда / Ю. П. Райзер . – 3-е изд., перераб. и доп. – Долгопрудный : Интеллект, 2009 . – 736 с. - ISBN 978-591559-019-8 .;
3. Чен, Ф. Введение в физику плазмы : пер. с англ. / Ф. Чен . – М. : Мир, 1987 . – 398 с.;
4. Франк-Каменецкий, Д. А. Лекции по физике плазмы : учебное пособие / Д. А. Франк-Каменецкий . – 3-е изд. – Долгопрудный : Интеллект, 2008 . – 280 с. – (Физтехковский учебник) . - ISBN 978-5-91559-002-0 .;
5. Трубников, Б. А. Теория плазмы : Учебное пособие для вузов по направлению и специальности "Физика плазмы" / Б. А. Трубников . – М. : Энергоатомиздат, 1996 . – 464 с. - ISBN 5-283-04018-6 : 20000.00 .;
6. Д. А. Франк-Каменецкий- "Лекции по физике плазмы", (Изд. 2-е), Издательство: "Атомиздат", Москва, 1968 - (288 с.)  
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=492313>.

## 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. Acrobat Reader.

## 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. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	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
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	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
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	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 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

### Основы физики плазмы

(название дисциплины)

#### 7 семестр

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

- КМ-1 Движение частиц в электрическом и магнитном полях (Контрольная работа)
- КМ-2 Столкновения. Гидродинамическое приближение (Контрольная работа)
- КМ-3 Сдача первой части домашнего задания. Движение частиц во внешних полях. Гидродинамика плазмы (Домашнее задание)
- КМ-4 Колебания и волны в плазме (Контрольная работа)
- КМ-5 Сдача второй части домашнего задания. Волны в плазме. Кинетическое описание плазмы (Домашнее задание)

#### 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	Плазма: основные понятия и характеристики. Движение частиц во внешних полях. Упругие столкновения в плазме						
1.1	Плазма: основные понятия и характеристики		+		+		
1.2	Движение частиц во внешних полях		+		+		
1.3	Упругие столкновения в плазме		+		+		
2	Гидродинамические модели. Коэффициенты переноса в замагниченной плазме						
2.1	Однокомпонентные модели. Магнитная гидродинамика			+	+		
2.2	Двухкомпонентные модели. Коэффициенты переноса в плазме			+	+		
3	Волны в плазме. Методы волновой диагностики плазмы						
3.1	Колебания и волны в плазме. Основные понятия					+	+
3.2	Волны в холодной плазме					+	+
3.3	Волны в теплой плазме					+	+
4	Кинетическое описание плазмы						
4.1	Кинетическая теория бесстолкновительной плазмы						+

4.2	Уравнение Больцмана					+
5	Пристенные явления в плазме. Зондовые методы диагностики					
5.1	Объемный заряд в плазме и теория зонда Ленгмюра					+
Вес КМ, %:		20	20	20	20	20