

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

| | |
|---|---|
| Блок: | Блок 1 «Дисциплины (модули)» |
| Часть образовательной программы: | Часть, формируемая участниками образовательных отношений |
| № дисциплины по учебному плану: | Б1.Ч.09 |
| Трудоемкость в зачетных единицах: | 7 семестр - 4; |
| Часов (всего) по учебному плану: | 144 часа |
| Лекции | 7 семестр - 32 часа; |
| Практические занятия | 7 семестр - 32 часа; |
| Лабораторные работы | не предусмотрено учебным планом |
| Консультации | 7 семестр - 2 часа; |
| Самостоятельная работа | 7 семестр - 77,5 часа; |
| в том числе на КП/КР | не предусмотрено учебным планом |
| Иная контактная работа | проводится в рамках часов аудиторных занятий |
| включая: Контрольная работа Домашнее задание | |
| Промежуточная аттестация: | |
| Экзамен | 7 семестр - 0,5 часа; |

Москва 2025

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

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

И.А. Моралев

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель образовательной программы

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

А.В. Дедов

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

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-4 Способен принимать участие в расчетах характеристик процессов, протекающих в конкретных технических устройствах и аппаратах энергетического оборудования, ядерных и плазменных установок | ИД-4ПК-4 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: - 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; - выполнять оценки ключевых плазменных параметров. |

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><u>Подготовка расчетных заданий:</u> 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><u>Подготовка к контрольной работе:</u> 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><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> 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><u>Изучение материалов литературных источников:</u></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><u>Подготовка расчетных заданий:</u> 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><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Гидродинамические модели. Коэффициенты переноса в замагниченной плазме"</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Гидродинамические модели. Коэффициенты переноса в замагниченной плазме"</p> | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----|--|----|---|---|---|---|---|---|---|---|----|---|---|
| | | | | | | | | | | | | | <p>плазме" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Гидродинамические модели. Коэффициенты переноса в замагниченной плазме и подготовка к контрольной работе</p> <p><u>Подготовка домашнего задания:</u> 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><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Гидродинамические модели. Коэффициенты переноса в замагниченной плазме"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [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><u>Подготовка расчетных заданий:</u> 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><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Волны в плазме. Методы волновой диагностики плазмы" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Волны в плазме. Методы волновой диагностики плазмы и подготовка к контрольной работе</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [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><u>Подготовка расчетных заданий:</u> 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><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу</p> |
| 4.1 | Кинетическая теория бесстолкновительной плазмы | 7 | 2 | - | 2 | - | - | - | - | - | 3 | - | |
| 4.2 | Уравнение Больцмана | 8 | 2 | - | 2 | - | - | - | - | - | 4 | - | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----|--|-------|----|---|----|---|---|---|-----|-----|------|------|--|
| | | | | | | | | | | | | | "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 |
| 5 | Пристенные явления в плазме. Зондовые методы диагностики | 12 | 4 | - | 4 | - | - | - | - | - | 4 | - | <u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Пристенные явления в плазме. Зондовые методы диагностики" |
| 5.1 | Объемный заряд в плазме и теория зонда Ленгмюра | 12 | 4 | - | 4 | - | - | - | - | - | 4 | - | <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 |
| | 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. Волны в теплой плазме- основные оценки;
2. Применение теории одиночного зонда;
3. Применение кинетической теории волн;
4. Волны в плазме без магнитного поля;
5. Основные параметры плазмы;
6. Дрейф частиц в магнитном поле;
7. Равновесие ионизации в плазме;
8. Кулоновские столкновения в плазме;
9. Движение частиц в магнитном поле;
10. Использование двухкомпонентных моделей плазмы;
11. Вводное занятие. Основы электродинамики и термодинамики.;
12. Волны в плазме в присутствии магнитного поля. Анизотропия и фарадеевское вращение. Магнитный звук;
13. Магнитная гидродинамика.

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 | |
| Знать: | | | | | | | |
| механизмы распространения и затухания волн и колебаний в плазменных средах | ИД-4ПК-4 | | | + | | | Контрольная работа/Колебания и волны в плазме |
| основные подходы к описанию плазмы и плазмодинамики | ИД-4ПК-4 | | + | | | | Контрольная работа/Столкновения. Гидродинамическое приближение |
| Уметь: | | | | | | | |
| выполнять оценки ключевых плазменных параметров | ИД-4ПК-4 | + | + | | | | Домашнее задание/Сдача первой части домашнего задания. Движение частиц во внешних полях. Гидродинамика плазмы |
| выполнять оценку параметров колебательных процессов в плазме | ИД-4ПК-4 | | | + | + | + | 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-4 | + | | | | | Контрольная работа/Движение частиц в электрическом и магнитном полях |

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. – (Физтеховский 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. Видеоконференции (Майнд, Сберджаз, ВК и др);
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
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 |