

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
ФИЗИКА ПЛАЗМЫ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б4.Ч.01
Трудоемкость в зачетных единицах:	1 семестр - 2;
Часов (всего) по учебному плану:	72 часа
Лекции	1 семестр - 22 часа;
Практические занятия	1 семестр - 10 часов;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	проводится в рамках часов аудиторных занятий
Самостоятельная работа	1 семестр - 39,7 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:	
Зачет	1 семестр - 0,3 часа;

Москва 2023

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Будаев В.П.
	Идентификатор	Rd3677197-BudayevVP-5d24f851

(подпись)

В.П. Будаев

(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: Целью освоения дисциплины является изучение основ физики плазмы на уровне основных подходов и понятий

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-1 Готов анализировать и моделировать технологические процессы, используемые в атомной энергетике, термоядерных исследованиях, плазменных установках	ИД-2 _{ПК-1} Владеет способами решения физико-технических и инженерных проблем современных термоядерных установок с магнитным удержанием плазмы типа токамак как прототипов энергетического термоядерного экспериментального реактора	знать: - механизмы распространения и затухания волн и колебаний в плазменных средах; - основные подходы к описанию плазмы и плазмодинамики. уметь: - выполнять оценку параметров колебательных процессов в плазме; - оценивать параметры дрейфовых движений частиц в полевых конфигурациях установок для удержания плазмы, а также параметры релаксации частиц в столкновениях; - выполнять оценки ключевых плазменных параметров.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к факультативным дисциплинам 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 2 зачетных единицы, 72 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	21	1	6	-	3	-	-	-	-	-	12	-	<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. Движение частиц во внешних полях. Упругие столкновения в плазме" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <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</p>
1.1	Плазма: основные понятия и характеристики	7		2	-	1	-	-	-	-	-	4	-	
1.2	Движение частиц во внешних полях	7		2	-	1	-	-	-	-	-	4	-	
1.3	Упругие столкновения в плазме	7		2	-	1	-	-	-	-	-	4	-	

													<p>частиц в плазме 4. Оценить параметр замагниченности 5. Оценить скорости дрейфа в скрещенных полях, дрейфа в неоднородном магнитном поле и проч.</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u></p> <p>[1], стр. 8-105 [2], стр. 12-59, 154-190 [3], стр. 4-117 [4], стр. 5-22, 36-45</p>
2	Гидродинамические модели. Коэффициенты переноса в замагниченной плазме	14	4	-	2	-	-	-	-	-	8	-	<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> <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" подготовка к выполнению заданий</p>
2.1	Однокомпонентные модели. Магнитная гидродинамика	7	2	-	1	-	-	-	-	-	4	-	
2.2	Двухкомпонентные модели. Коэффициенты переноса в плазме	7	2	-	1	-	-	-	-	-	4	-	

													<p>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>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 20-27 [3], стр. 297-334 [4], стр. 23-31</p>
3	Волны в плазме. Методы волновой диагностики плазмы	22	7	-	3	-	-	-	-	-	12	-	<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: 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</p>
3.1	Колебания и волны в плазме. Основные понятия	7	2	-	1	-	-	-	-	4	-		
3.2	Волны в холодной плазме	7	2	-	1	-	-	-	-	4	-		
3.3	Волны в теплой плазме	8	3	-	1	-	-	-	-	4	-		

													<p>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], стр. 109-160 [2], стр. 86-148 [3], стр. 334-424 [4], стр. 34-64</p>
4	Кинетическое описание плазмы	14.7	5	-	2	-	-	-	-	-	7.7	-	<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 "Кинетическое описание плазмы"</p> <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Кинетическое описание плазмы"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 218-266 [3], стр. 344-258</p>
4.1	Кинетическая теория бесстолкновительной плазмы	7	2	-	1	-	-	-	-	-	4	-	
4.2	Уравнение Больцмана	7.7	3	-	1	-	-	-	-	-	3.7	-	

														[4], стр. 31-36
	Зачет	0.3	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	-		
	Всего за семестр	72.0	22	-	10	-	-	-	-	0.3	39.7	-		
	Итого за семестр	72.0	22	-	10	-	-	-	-	0.3	39.7	-		

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.

3.3. Темы практических занятий

1. Магнитная гидродинамика;
2. Волны в плазме без магнитного поля;
3. Применение кинетической теории волн;
4. Волны в плазме в присутствии магнитного поля. Анизотропия и фарадеевское вращение. Магнитный звук;
5. Кулоновские столкновения в плазме;
6. Дрейф и движение частиц в магнитном поле;
7. Равновесие ионизации в плазме;
8. Основные параметры плазмы.

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"

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	
Знать:						
основные подходы к описанию плазмы и плазмодинамики	ИД-2ПК-1		+			Контрольная работа/ Столкновения. Гидродинамическое приближение
механизмы распространения и затухания волн и колебаний в плазменных средах	ИД-2ПК-1			+		Контрольная работа/ Колебания и волны в плазме
Уметь:						
выполнять оценки ключевых плазменных параметров	ИД-2ПК-1	+	+			Домашнее задание/ Первая часть домашнего задания. Движение частиц во внешних полях. Гидродинамика плазмы
оценивать параметры дрейфовых движений частиц в полевых конфигурациях установок для удержания плазмы, а также параметры релаксации частиц в столкновениях	ИД-2ПК-1	+				Контрольная работа/ Движение частиц в электрическом и магнитном полях
выполнять оценку параметров колебательных процессов в плазме	ИД-2ПК-1			+	+	Домашнее задание/ Вторая часть домашнего задания. Волны в плазме. Кинетическое описание 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

1 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. Вторая часть домашнего задания. Волны в плазме. Кинетическое описание плазмы (Домашнее задание)
2. Первая часть домашнего задания. Движение частиц во внешних полях. Гидродинамика плазмы (Домашнее задание)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Зачет (Семестр №1)

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. 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>;
2. Чен, Ф. Введение в физику плазмы : пер. с англ. / Ф. Чен . – М. : Мир, 1987 . – 398 с.;
3. 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 .;
4. 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 ..

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
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. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>

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

Физика плазмы

(название дисциплины)

1 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 Колебания и волны в плазме (Контрольная работа)
- КМ-4 Первая часть домашнего задания. Движение частиц во внешних полях. Гидродинамика плазмы (Домашнее задание)
- КМ-5 Вторая часть домашнего задания. Волны в плазме. Кинетическое описание плазмы (Домашнее задание)

Вид промежуточной аттестации – Зачет.

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					+
	Вес КМ, %:	20	20	20	20	20