

ИНСТИТУТ ЛАЗЕРНЫХ И ПЛАЗМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ  
КАФЕДРА ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ

ОДОБРЕНО НТС ЛАПЛАЗ

Протокол № 1/04-577

от 27.04.2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ФИЗИЧЕСКАЯ КИНЕТИКА**

Направление подготовки  
(специальность)

[1] 03.03.01 Прикладные математика и физика

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки/В СРС, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экс./зач./КР/КП
7	4	144	32	48	0	19-37	0	Э
Итого	4	144	32	48	0	0	19-37	0

## АННОТАЦИЯ

Курс «Физическая кинетика» знакомит студентов с основами теории кинетических явлений в газах и плазме. Основное внимание уделяется подробному рассмотрению наиболее фундаментальных моделей и эффектов, таких как газ Лоренца, идеальная плазма, плазменные волны и неустойчивости. Цель курса состоит в том, чтобы дать студенту-теоретику достаточно широкий материал по основам физической кинетики и развить в нем базовые навыки, необходимые для научно-исследовательской работы в данной области.

### 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Курс «Физическая кинетика» знакомит студентов с основами теории кинетических явлений в газах и плазме. Основное внимание уделяется подробному рассмотрению наиболее фундаментальных моделей и эффектов, таких как газ Лоренца, идеальная плазма, плазменные волны и неустойчивости. Цель курса состоит в том, чтобы дать студенту-теоретику достаточно широкий материал по основам физической кинетики и развить в нем базовые навыки, необходимые для научно-исследовательской работы в данной области.

### 2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Предлагаемый учебно-методический комплекс предназначен для студентов кафедры «Теоретическая ядерная физика» Факультета экспериментальной и теоретической физики МИФИ. Курс односеместровый.

Знание, полученные при изучении курса, будут полезны при изучении специальных дисциплин, относящихся к физике конденсированного состояния, физике плазмы и электродинамике.

### 3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
--------------------------------	--

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
научно-исследовательский			
проведение научных и аналитических исследований по	природные и социальные явления и процессы, объекты	ПК-1 [1] - Способен проводить сбор, анализ научно-	З-ПК-1[1] - Знать способы сбора, анализа научно-

<p>отдельным разделам (этапам, заданиям) темы (проекта) в рамках предметной области по профилю специализации в соответствии с утвержденными планами и методиками исследований участие в проведении наблюдений и измерений, выполнении эксперимента и обработке данных с использованием современных компьютерных технологий</p>	<p>техники, технологии и производства, модели, методы и средства фундаментальных и прикладных исследований и разработок в области математики, физики и других естественных и социально-экономических наук по профилям предметной деятельности в науке, технике, технологиях, а также в сферах наукоемкого производства, управления и бизнеса.</p>	<p>технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 25.049, 40.011</p>	<p>технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования. ; У-ПК-1[1] - Уметь синтезировать и анализировать научно-техническую информацию по тематике исследования. ; В-ПК-1[1] - Владеть навыками сбора, синтеза и анализа научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования.</p>
<p>Проведение научных и аналитических исследований по отдельным разделам (этапам, заданиям) темы (проекта) в рамках предметной области по профилю специализации в соответствии с утвержденными планами и методиками исследований. участие в проведении наблюдений и измерений, выполнении эксперимента и обработке данных с использованием современных компьютерных технологий; участие в проведении теоретических исследований, построении физических, математических и</p>	<p>Деятельность по разработке материалов, покрытий, приборов</p>	<p>ПК-2 [1] - Способен выбирать и применять необходимое оборудование, инструменты и методы исследований для решения задач в избранной предметной области</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 06.001, 25.035, 25.049, 40.011</p>	<p>3-ПК-2[1] - Знать современное оборудование, инструменты и методы исследований для решения задач в избранной предметной области. ; У-ПК-2[1] - Уметь критически оценивать, выбирать оборудования, инструментов и методов исследований в избранной предметной области ; В-ПК-2[1] - Владеть навыками выбора и применения оборудование, инструменты и методы исследований для решения задач в избранной предметной области.</p>

<p>компьютерных моделей изучаемых процессов и явлений, в проведении аналитических исследований в предметной области по профилю специализации; участие в создании новых методов и технических средств исследований и новых разработок;</p>			
<p>проведение научных и аналитических исследований по отдельным разделам (этапам, заданиям) темы (проекта) в рамках предметной области по профилю специализации в соответствии с утвержденными планами и методиками исследований участие в проведении наблюдений и измерений, выполнении эксперимента и обработке данных с использованием современных компьютерных технологий</p>	<p>природные и социальные явления и процессы, объекты техники, технологии и производства, модели, методы и средства фундаментальных и прикладных исследований и разработок в области математики, физики и других естественных и социально-экономических наук по профилям предметной деятельности в науке, технике, технологиях, а также в сферах наукоемкого производства, управления и бизнеса.</p>	<p>ПК-2.1 [1] - Способен применять математические методы дифференциального и интегрального исчисления, векторного и тензорного анализа, теории функции комплексного переменного, теории групп и представлений и приближенными методами вычислений.</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011</p>	<p>З-ПК-2.1[1] - Знать математические методы дифференциального и интегрального исчисления, векторного и тензорного анализа, теории функции комплексного переменного, теории групп и представлений и приближенными методами вычислений.; У-ПК-2.1[1] - Уметь применять в профессиональной деятельности математические методы дифференциального и интегрального исчисления, векторного и тензорного анализа, теории функции комплексного переменного, теории групп и представлений и приближенными методами вычислений.; В-ПК-2.1[1] - Владеть навыками использования в</p>

			<p>профессиональной деятельности математическими методами дифференциального и интегрального исчисления, векторного и тензорного анализа, теории функции комплексного переменного, теории групп и представлений и приближенными методами вычислений.</p>
<p>участие в обобщении полученных данных, формировании выводов, в подготовке научных и аналитических отчетов, публикаций и презентаций результатов научных и аналитических исследований участие в создании новых методов и технических средств исследований и новых разработок;</p>	<p>природные и социальные явления и процессы, объекты техники, технологии и производства, модели, методы и средства фундаментальных и прикладных исследований и разработок в области математики, физики и других естественных и социально-экономических наук по профилям предметной деятельности в науке, технике, технологиях, а также в сферах наукоемкого производства, управления и бизнеса.</p>	<p>ПК-2.3 [1] - Способен применять основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы теоретического и математического исследования в физике, химии, экологии, других естественных и социально-экономических науках</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011</p>	<p>З-ПК-2.3[1] - Знать основные законы естественнонаучных дисциплин, методы теоретического и математического исследования в физике, химии, экологии, других естественных и социально-экономических науках; У-ПК-2.3[1] - Уметь применять в профессиональной деятельности основные законы естественнонаучных дисциплин, применять методы теоретического и математического исследования в физике, химии, экологии, других естественных и социально-экономических науках; В-ПК-2.3[1] - Владеть навыками применения в профессиональной деятельности</p>

			основных законов естественнонаучных дисциплин, навыками применения в профессиональной деятельности методов теоретического и математического исследования в физике, химии, экологии, других естественных и социально-экономических науках
Выбор методов и подходов к решению поставленной научной проблемы, формулировка математической модели явления, аналитические и численные расчеты.	математические модели и программы для компьютерного моделирования	ПК-3 [1] - Способен применять численные методы решения дифференциальных и интегральных уравнений для различных физико-технических задач  <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 06.001, 25.049, 40.011	3-ПК-3[1] - Знать численные методы решения дифференциальных и интегральных уравнений для различных физико-технических задач. ; У-ПК-3[1] - Уметь применять численные методы решения дифференциальных и интегральных уравнений для различных физико-технических задач.; В-ПК-3[1] - Владеть навыками решения дифференциальных и интегральных уравнений численными методами для физико-технических задач.
экспертно-аналитический			
участие в проведении теоретических исследований, построении физических, математических и компьютерных моделей изучаемых процессов и явлений,	модели, методы и средства фундаментальных и прикладных исследований и разработок в области суперкомпьютерного моделирования инженерно-	ПК-10 [1] - Способен к аналитической и количественной оценке процессов в природе, технике и обществе и к выбору на их основе путей решения теоретических и	3-ПК-10[1] - Знать основные методики, цели и задачи построения аналитических и количественных моделей процессов в природе, технике и обществе. ;

<p>в проведении аналитических исследований в области суперкомпьютерного моделирования инженерно-физических процессов</p>	<p>физических процессов в науке, технике, технологиях, а также в сферах наукоемкого производства</p>	<p>практических проблем природного, экологического, технико-технологического характера</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 06.022, 26.003, 40.008, 40.011</p>	<p>У-ПК-10[1] - Уметь строить аналитические и количественные модели процессов в природе, технике и обществе и выбирать на их основе путей решения теоретических и практических проблем природного, экологического, технико-технологического характера. ; В-ПК-10[1] - Владеть навыками построения аналитических и количественных моделей процессов в природе, технике и обществе и выбора на их основе путей решения теоретических и практических проблем природного, экологического, технико-технологического характера</p>
--	--	---	--

#### 4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

<p>Направления/цели воспитания Профессиональное воспитание</p>	<p>Задачи воспитания (код) Создание условий, обеспечивающих, формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения (В18)</p>	<p>Воспитательный потенциал дисциплин Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования у студентов ответственности за свое профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий. 1.Использование воспитательного</p>
<p>Профессиональное</p>	<p>Создание условий,</p>	<p>1.Использование воспитательного</p>

воспитание	обеспечивающих, формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (В19)	<p>потенциала дисциплин/практик «Научно-исследовательская работа», «Проектная практика», «Научный семинар» для:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований.</li> <li>2.Использование воспитательного потенциала дисциплин "История науки и инженерии", "Критическое мышление и основы научной коммуникации", "Введение в специальность", "Научно-исследовательская работа", "Научный семинар" для:</li> <li>- формирования способности отделять настоящие научные исследования от лженаучных посредством проведения со студентами занятий и регулярных бесед;</li> <li>- формирования критического мышления, умения рассматривать различные исследования с экспертной позиции посредством обсуждения со студентами современных исследований, исторических предпосылок появления тех или иных открытий и теорий.</li> </ul>
------------	--	---

## 5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практ. (семинары) / Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	7 Семестр						



1	Часть 1	1-8	16/24/0		25	КИ-8	3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-2.1, У-ПК-2.1, В-ПК-2.1, 3-ПК-2.3, У-ПК-2.3, В-ПК-2.3, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10
2	Часть 2	9-16	16/24/0		25	КИ-16	3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-2, У-ПК-2,

							В-ПК-2, 3-ПК-2.1, У-ПК-2.1, В-ПК-2.1, 3-ПК-2.3, У-ПК-2.3, В-ПК-2.3, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10
	<i>Итого за 7 Семестр</i>		32/48/0		50		
	<b>Контрольные мероприятия за 7 Семестр</b>				50	Э	3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-2.1, У-ПК-2.1, В-ПК-

							2.1, 3-ПК- 2.3, У- ПК- 2.3, В- ПК- 2.3, 3-ПК- 3, У- ПК-3, В- ПК-3, 3-ПК- 10, У- ПК- 10, В- ПК- 10
--	--	--	--	--	--	--	---

\* – сокращенное наименование формы контроля

\*\* – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
КИ	Контроль по итогам
Э	Экзамен

### КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>7 Семестр</i>	32	48	0
<b>1-8</b>	<b>Часть 1</b>	16	24	0
1	<b>Функция распределения и кинетическое уравнение идеального газа. Вывод кинетического уравнения Больцмана на основе представлений о парных столкновениях.</b> Функция распределения и кинетическое уравнение идеального газа. Вывод кинетического уравнения Больцмана на основе представлений о парных столкновениях.	Всего аудиторных часов		
		2	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
2	<b>Решение уравнения Больцмана для равновесного состояния. Н-теореме Больцмана - закон возрастания</b>	Всего аудиторных часов		
		2	3	0

	<b>энтропии. Релаксация легкой примеси - газ Лоренца.</b> Решение уравнения Больцмана для равновесного состояния. Н-теореме Больцмана - закон возрастания энтропии. Релаксация легкой примеси - газ Лоренца.	Онлайн		
		0	0	0
3	<b>Введение понятий локальной плотности, температуры, средней массовой скорости, диффузной скорости, потока массы, тензора давлений и потока тепла. Уравнения гидрогазодинамики.</b> Введение понятий локальной плотности, температуры, средней массовой скорости, диффузной скорости, потока массы, тензора давлений и потока тепла. Уравнения гидрогазодинамики.	Всего аудиторных часов		
		2	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
4	<b>Метод Чепмена-Энскога. Уравнение первого приближения. Вычисление коэффициента вязкости. Диффузия легкой примеси - газ Лоренца. Условия применимости метода Чепмена-Энскога. Частота столкновений, длина</b> Метод Чепмена-Энскога. Уравнение первого приближения. Вычисление коэффициента вязкости. Диффузия легкой примеси - газ Лоренца. Условия применимости метода Чепмена-Энскога. Частота столкновений, длина пробега.	Всего аудиторных часов		
		2	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
5	<b>Уравнения и граничные условия кинетики сильно разреженных газов. Свободное расширение газа в вакууме. Сопротивление тел в свободномолекулярном потоке. Распределение частиц позади тела, обтекаемого быс</b> Уравнения и граничные условия кинетики сильно разреженных газов. Свободное расширение газа в вакууме. Сопротивление тел в свободномолекулярном потоке. Распределение частиц позади тела, обтекаемого быстрым потоком разреженного газа.	Всего аудиторных часов		
		2	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
6	<b>Уравнения самосогласованного поля. Поле движущегося заряда в плазме. Плазменные волны и затухание Ландау.</b> Уравнения самосогласованного поля. Поле движущегося заряда в плазме. Плазменные волны и затухание Ландау.	Всего аудиторных часов		
		2	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
7	<b>Неустойчивость пучков в плазме. Удержание плазмы магнитным полем и гравитационная неустойчивость магнитного удержания.</b> Неустойчивость пучков в плазме. Удержание плазмы магнитным полем и гравитационная неустойчивость магнитного удержания.	Всего аудиторных часов		
		2	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
8	<b>Интеграл столкновений Ландау. Вывод на основе интеграла столкновений Больцмана.</b> Интеграл столкновений Ландау. Вывод на основе интеграла столкновений Больцмана.	Всего аудиторных часов		
		2	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
9-16	<b>Часть 2</b>	16	24	0
9	<b>Задача о передаче энергии от электронов к ионам. Релаксация электронного пучка. Поток энергии в плазме поперек сильного магнитного поля.</b> Задача о передаче энергии от электронов к ионам. Релаксация электронного пучка. Поток энергии в плазме	Всего аудиторных часов		
		2	3	0
		Онлайн		
		0	0	0

	поперек сильного магнитного поля.			
10	<b>Высокочастотная проводимость. Основные положения метода моментов. Уравнения переноса в плазме в пяти-моментном приближении.</b> Высокочастотная проводимость. Основные положения метода моментов. Уравнения переноса в плазме в пяти-моментном приближении.	Всего аудиторных часов		
		2	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
11	<b>Уравнения Лиувилля. Функции распределения и коррелятивные функции. Вывод кинетического уравнения с самосогласованным полем.</b> Уравнения Лиувилля. Функции распределения и коррелятивные функции. Вывод кинетического уравнения с самосогласованным полем.	Всего аудиторных часов		
		2	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
12	<b>Цепочка уравнений Боголюбова и уравнение для парной корреляционной функции. Приближение для парной корреляционной функции, приводящее ее к интегралу столкновений Ландау.</b> Цепочка уравнений Боголюбова и уравнение для парной корреляционной функции. Приближение для парной корреляционной функции, приводящее ее к интегралу столкновений Ландау.	Всего аудиторных часов		
		2	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
13 - 14	<b>Приближение для парной корреляционной функции: приводящее к интегралу столкновений Больцмана. Интеграл столкновений, учитывающий динамическую поляризацию плазмы и его использование для описания эффект</b> Приближение для парной корреляционной функции: приводящее к интегралу столкновений Больцмана. Интеграл столкновений, учитывающий динамическую поляризацию плазмы и его использование для описания эффектов, связанных с ионным звуком.	Всего аудиторных часов		
		4	6	0
		Онлайн		
		0	0	0
15	<b>Интеграл столкновений заряженных частиц, находящихся в сильном и быстропеременном поле.</b> Интеграл столкновений заряженных частиц, находящихся в сильном и быстропеременном поле.	Всего аудиторных часов		
		2	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
16	<b>Флуктуации функции распределения. Соотношения Онсагера.</b> Флуктуации функции распределения. Соотношения Онсагера.	Всего аудиторных часов		
		2	3	0
		Онлайн		
		0	0	0

Сокращенные наименования онлайн опций:

Обозначение	Полное наименование
ЭК	Электронный курс
ПМ	Полнотекстовый материал
ПЛ	Полнотекстовые лекции
ВМ	Видео-материалы
АМ	Аудио-материалы
Прз	Презентации
Т	Тесты

ЭСМ	Электронные справочные материалы
ИС	Интерактивный сайт

## 6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В курсе используются традиционные образовательные технологии, включая лекции, упражнения и самостоятельную работу студентов.

## 7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационное мероприятие (КП 1)
ПК-1	З-ПК-1	Э, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-1	Э, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-1	Э, КИ-8, КИ-16
ПК-10	З-ПК-10	Э, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-10	Э, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-10	Э, КИ-8, КИ-16
ПК-2	З-ПК-2	Э, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-2	Э, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-2	Э, КИ-8, КИ-16
ПК-2.1	З-ПК-2.1	Э, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-2.1	Э, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-2.1	Э, КИ-8, КИ-16
ПК-2.3	З-ПК-2.3	Э, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-2.3	Э, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-2.3	Э, КИ-8, КИ-16
ПК-3	З-ПК-3	Э, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-3	Э, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-3	Э, КИ-8, КИ-16

## Шкалы оценки образовательных достижений

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-ех балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
--------------	-------------------------------	-------------	---

90-100	5 – «отлично»	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
85-89	4 – «хорошо»	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
75-84		C	
70-74		D	
65-69	3 – «удовлетворительно»	E	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
60-64			
Ниже 60	2 – «неудовлетворительно»	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

## 8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 53 Л22 Теоретическая физика Т.10 Физическая кинетика, , М.: Наука, 1979
2. 53 Л22 Теоретическая физика Т.10 Физическая кинетика, Е. М. Лифшиц, Л. П. Питаевский, Москва: Физматлит, 2007
3. 519 С17 Математическое моделирование. Идеи. Методы. Примеры : , Самарский А.А., Михайлов А.П., М.: Физматлит, 2002
4. 519 М74 Моделирование и анализ газокинетических процессов в микро- и наноструктурах : , Ю. Ю. Клосс [и др.] ; ред. : Н. Н. Пономарев-Степной, Москва: ИздАТ, 2008

### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 533 Э68 Энциклопедия низкотемпературной плазмы Т. VII-1 Математическое моделирование в низкотемпературной плазме. Ч. 3, ред. : Ю. П. Попов, Москва: Янус-К, 2008
2. 534 С36 Введение в кинетическую теорию газов : , Силин В.П., М.: Наука, 1971

#### ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

#### LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

<https://online.mephi.ru/>

<http://library.mephi.ru/>

### **9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

### **10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ**

Методические рекомендации по освоению теоретического материала.

Для успешного изучения курса необходимо придерживаться определенной методики занятий. Основное условие успеха — систематические занятия.

Для успешного освоения теоретической части курса необходимо регулярно посещать лекции и вести конспект. После каждой лекции следует внимательно разбирать лекционный материал, причём при необходимости следует проделывать некоторые дополнительные выкладки, если такие были оставлены лектором для самостоятельной работы. Перед началом каждой лекции имеет смысл просмотреть конспект, чтобы усвоение нового материала проходило лучше, так как в большинстве случаев изложение опирается на материал, прочитанный на предыдущих занятиях.

Для полного освоения курса недостаточно изучать лишь лекционный материал. В ходе освоения курса следует читать книги, предложенные в списке литературы по курсу. Настоятельно рекомендуется также использовать литературу, обозначенную как «дополнительная», а также самостоятельно или с помощью преподавателя искать и другие источники. При работе с литературой почти бесполезно только читать предложенный материал. Следует проделывать все или хотя бы основные выкладки. Важно осознавать, что только самостоятельно проделанные выкладки приводят к пониманию материала. Все, что осталось непонятым, следует спросить у преподавателя на ближайшем занятии. Если даже целый раздел остался неясным, это не показатель ваших способностей; скорее всего вы еще не начали задавать вопросы себе и другим. А изучить теоретическую физику без вопросов: зачем?, почему?, откуда? — невозможно. То же касается и разбора лекционного материала.

Методические рекомендации для подготовки к семинарским занятиям и решению задач.

Программа курса и семестровый календарный план составлены так, что темы семинарских занятий следуют за темами лекций. И программа курса, и семестровый



календарный план доступны каждому студенту на сайте учебного управления университета. Подготовиться к очередному семинарскому занятию - это, прежде всего, проработать лекционный материал, согласно методическим рекомендациям, данным выше. Все невыясненные вопросы теории можно (и нужно) задать преподавателю в начале семинарского занятия. На семинаре, как правило, разбираются вопросы и качественные задачи, дающие возможность более глубоко постичь изучаемый раздел курса. Кроме того, на семинаре учат правильно ставить и решать задачи, анализировать решение задач. По пройденной на семинаре теме даются задачи для самостоятельного (домашнего) решения. Усвоение курса во многом зависит от осмысленного выполнения домашнего задания, вдумчивого решения большого количества задач.

При решении задач целесообразно руководствоваться следующими правилами.

Прежде всего нужно хорошо вникнуть в условие задачи, записать кратко ее условие.

Следует прикинуть, какие основные законы и уравнения и в каких приближениях следует использовать и записать их, после чего попытаться решить.

Задача должна быть сначала решена в максимально общем виде.

Получив решение в общем виде, нужно проверить, правильную ли оно имеет размерность.

Если это возможно, исследовать поведение решения в предельных случаях и изобразить характер изучаемой зависимости графически.

Если возможно, при получении того или иного результата, следует указать границы его применимости.

Решение задач принесет наибольшую пользу только в том случае, если вы решаете задачи самостоятельно. Решить задачу без помощи, без подсказки часто бывает нелегко и не всегда удается. Но даже не увенчавшиеся успехом попытки найти решение, если они предпринимались достаточно настойчиво, приносят ощутимую пользу, так как развивают мышление и укрепляют волю. Не следует бояться непривычно длинных математических выкладок, т.к. подобные «длинные» задачи приближены к реальным задачам, с которыми вы можете столкнуться в будущем в научной или другой работе.

Не следует смущаться тем, что некоторые задачи не решаются «с ходу». Достоверно установлено, что процесс творчества в области точных наук (а решение задач есть вид творчества) протекает по следующей схеме. Сначала идет подготовительная стадия, в ходе которой ученый настойчиво ищет решение проблемы. Если решение найти не удается и проблема оставлена, наступает вторая стадия (стадия инкубации) — ученый не думает о проблеме и занимается другими вопросами. Однако в подсознании продолжается скрытая работа мысли, которая часто приводит в конечном итоге к третьей стадии - внезапному озарению и получению требуемого решения. Нужно иметь в виду, что стадия инкубации не возникает сама собой - для того чтобы пустить в ход машину бессознательного, необходима настойчивая интенсивная работа в ходе подготовительной стадии.

Решение задач, как мы уже отмечали, есть также вид творчества и подчиняется тем же закономерностям, что и работа ученого над научной проблемой. Правда, в некоторых случаях, вторая стадия - стадия инкубации - может быть выражена настолько слабо, что остается незамеченной.

Из сказанного вытекает, что решение задач ни в коем случае не следует откладывать на последний вечер перед занятиями, как, к сожалению, нередко поступают студенты. В этом случае более сложные и притом наиболее содержательные и полезные задачи заведомо не могут быть решены.

Над заданными «на дом» задачами надо начинать думать как можно раньше, создавая условия для реализации стадии инкубации.

В рекомендуемых сборниках задач, в разделе, который следует за ответами, содержатся указания к решению более трудных задач. Обращаться к ним нужно лишь после того, как несколько попыток решить задачу не приведут к успеху.

Методические рекомендации для подготовки к контрольным и проверочным работам.

Контрольные работы проводятся для проверки качества усвоения материала и выполнения домашних заданий студентами. Они основываются строго на пройденном материале и не выходят за рамки излагаемого курса. Своевременное изучение лекционных материалов и выполнение домашних заданий гарантирует успешное выполнение контрольных и проверочных работ. При подготовке следует руководствоваться общепринятыми установками, т.е. повторить изученный материал, запомнить основные идеи, принципы и результаты курса. Не следует пытаться «вызубрить» материал, достаточно понять и запомнить логику вывода тех или иных результатов и решения задач и осознать их физический и математический смысл. При выполнении контрольной или проверочной работы необходимо записывать все основные шаги при решении задачи, не «перескакивая» к какому-то промежуточному или окончательному результату без каких-либо на то физических или математических обоснований.

Никаких особых требований к оформлению работ нет. Работа должна быть записана так, чтобы была понятна логика решения задач. Окончательный ответ необходимо выделить каким-либо способом так, чтобы проверяющему было понятно, что это и есть ответ к задаче.

## **11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ**

Проведение практических занятий и выполнение самостоятельных работ

Студенты должны, используя прослушанный на лекциях материал, научиться решать задачи по курсу. Следует использовать различные приемы вовлечения студентов в творческий процесс освоения учебного материала: опрос студентов по содержанию прочитанных лекций, вызов студентов к доске для решения текущих задач, самостоятельное решение задачи со сверкой промежуточных и конечного результатов решения, показ преподавателем на доске решения типовых задач, самостоятельные работы.

Организация контроля

Контроль знаний осуществляется и путем проведения контрольных или самостоятельных работ с последующей проверкой.

На основании этих результатов выставляется внутрисеместровый зачет.

Проведение зачетов и экзаменов

Для допуска к аттестации необходимо иметь положительные оценки по каждой теме. Во время аттестации студент получает индивидуальный билет и готовит ответы на вопросы по курсу.

Автор(ы):

Урюпин Сергей Александрович, д.ф.-м.н.

Рецензент(ы):

С.В. Попруженко