

ИНСТИТУТ ЛАЗЕРНЫХ И ПЛАЗМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ  
КАФЕДРА ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ

ОДОБРЕНО

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**МЕТОДЫ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ**

Направление подготовки  
(специальность)

[1] 03.04.01 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, экз./зач./КР/КП
1	3	108	32	0	0	40	0	Э
Итого	3	108	32	0	0	40	0	

## АННОТАЦИЯ

Целью курса «Методы статистической физики» является ознакомление студентов с современными методами описания физических свойств макроскопических систем. Курс является естественным продолжением стандартного курса статистической физики. Овладение курсом необходимо для исследовательской работы в теории конденсированного состояния.

### 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью курса «Методы статистической физики» является ознакомление студентов с современными методами описания физических свойств макроскопических систем. Курс является естественным продолжением стандартного курса статистической физики. Овладение курсом необходимо для исследовательской работы в теории конденсированного состояния.

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

Учебно-методический комплекс по статистической физике предназначен для студентов МИФИ.

### 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			
Участие в проведении теоретических исследований, построении физических, математических и компьютерных моделей изучаемых процессов и явлений, в проведении аналитических исследований в	Физические, математические и компьютерные модели явления; компьютерные программы и алгоритмы для научно-исследовательских и прикладных целей.	ПК-1 [1] - Способен самостоятельно и (или) в составе исследовательской группы разрабатывать, исследовать и применять математические модели для качественного и количественного описания явлений и	З-ПК-1[1] - Знать основные методы и принципы научных исследований, математического моделирования, основные проблемы профессиональной области, требующие использования современных научных методов

<p>предметной области по профилю специализации, выбор методов и подходов к решению поставленной научной проблемы, формулировка математической модели явления, аналитические и численные расчеты; участие в разработке новых алгоритмов и компьютерных программ для научно-исследовательских и прикладных целей.</p>		<p>процессов и (или) разработки новых технических средств</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 29.004</p>	<p>исследования для качественного и количественного описания явлений и процессов и (или) разработки новых технических средств.</p> <p>;</p> <p>У-ПК-1[1] - Уметь ставить и решать прикладные исследовательские задачи, оценивать результаты исследований; проводить научные исследования и получать новые научные и прикладные результаты самостоятельно и в составе научного коллектива;</p> <p>В-ПК-1[1] - Владеть навыками выбора и использования математических моделей для научных исследований и (или) разработки новых технических средств самостоятельно и (или) в составе исследовательской группы.</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</p>	<p>Запланированные этапы исследования; результаты наблюдений и измерений.</p>	<p>ПК-2 [1] - Способен критически оценивать применяемые методики и методы исследования</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 26.003</p>	<p>3-ПК-2[1] - Знать методики оценки и выбора методов исследования.;</p> <p>У-ПК-2[1] - Уметь критически оценивать применяемые методики и методы исследования;</p> <p>В-ПК-2[1] - Владеть навыками оценки методов исследования по выбранным критериям.</p>

<p>измерений, выполнении эксперимента и обработке данных с использованием современных теоретических моделей, экспериментальных данных и компьютерных технологий.</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 теоретических моделей, экспериментальных данных и компьютерных технологий.</p>	<p>Запланированные этапы исследования; результаты наблюдений и измерений.</p>	<p>ПК-20.1 [1] - Способен пользоваться основными теоретическими моделями физики конденсированного состояния вещества, взаимодействия излучения с веществом в конденсированном состоянии, моделями фазовых переходов и физики сверхпроводимости, экспериментальными методами исследования структурных и электронных свойств, современными достижениями физики сверхпроводимости, полупроводников и гетероструктур.</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 26.003</p>	<p>3-ПК-20.1[1] - знать основные теоретические модели физики конденсированного состояния вещества, модели взаимодействия оптического излучения с веществом, классификацию фазовых переходов, основные экспериментальные факты и применения физики сверхпроводимости и криогенной техники, современные достижения физики полупроводников и гетероструктур; У-ПК-20.1[1] - уметь сформулировать теоретическую и математическую модель для изучаемой задачи физики конденсированного состояния вещества, провести необходимые расчеты величин и оценки параметров; В-ПК-20.1[1] - владеть основными теоретическими моделями физики конденсированного</p>

			состояния вещества, взаимодействия излучения с веществом, физики фазовых переходов и сверхпроводимости
--	--	--	--

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

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

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практик. (семинары )/ Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>1 Семестр</i>						
1	Часть 1	1-8	16/0/0		25	КИ-8	3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-20.1, У-ПК-20.1, В-ПК-20.1
2	Часть 2	9-15	16/0/0		25	КИ-15	3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-

							20.1, У- ПК- 20.1, В- ПК- 20.1
	<i>Итого за 1 Семестр</i>		32/0/0		50		
	<b>Контрольные мероприятия за 1 Семестр</b>				50	Э	3-ПК-1, У- ПК-1, В- ПК-1, 3-ПК-2, У- ПК-2, В- ПК-2, 3-ПК-20.1, У- ПК-20.1, В- ПК-20.1

\* – 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>1 Семестр</i>	32	0	0
<b>1-8</b>	<b>Часть 1</b>	16	0	0
1	<b>Гриновские функции неравновесной системы. Вычисление функций Грина для свободных бозонов и фермионов в <math>(\vec{p}, t)</math> и <math>(\vec{p}, \epsilon)</math> представлениях.</b> Гриновские функции неравновесной системы. Вычисление функций Грина для свободных бозонов и фермионов в $(\vec{p}$	Всего аудиторных часов		
		2	0	0
		0	0	0

	$\vec{r}, t$ ) и $(\vec{p}, \epsilon)$ представлениях.			
2	<b>Представление матрицы плотности системы в виде континуального интеграла по коммутирующим (бозоны) и антикоммутирующим (фермионы) переменным. Выражения для неравновесных функций Грина через континуаль</b> Представление матрицы плотности системы в виде континуального интеграла по коммутирующим (бозоны) и антикоммутирующим (фермионы) переменным. Выражения для неравновесных функций Грина через континуальный интеграл.	Всего аудиторных часов		
		2	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
3	<b>Производящий функционал. Вычисление функций Грина через производящий функционал. Линейные соотношения между неравновесными функциями Грина для бозонов и фермионов.</b> Производящий функционал. Вычисление функций Грина через производящий функционал. Линейные соотношения между неравновесными функциями Грина для бозонов и фермионов.	Всего аудиторных часов		
		2	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
4	<b>Линейное преобразование неравновесной матричной функции Грина. Опережающая и запаздывающая функции Грина, F –функция. Опережающая и запаздывающая функции Грина для свободных бозонов и фермионов в <math>(\vec{p}, t)</math> и <math>(\vec{p}, \epsilon)</math> представлениях.</b> Линейное преобразование неравновесной матричной функции Грина. Опережающая и запаздывающая функции Грина, F –функция. Опережающая и запаздывающая функции Грина для свободных бозонов и фермионов в $(\vec{p}, t)$ и $(\vec{p}, \epsilon)$ представлениях.	Всего аудиторных часов		
		2	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
5	<b>Диаграммная техника для неравновесных функций Грина. Два типа вершин. Уравнение Дайсона. Линейные соотношения между элементами массового оператора для бозонов и фермионов</b> Диаграммная техника для неравновесных функций Грина. Два типа вершин. Уравнение Дайсона. Линейные соотношения между элементами массового оператора для бозонов и фермионов	Всего аудиторных часов		
		2	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
6	<b>Уравнение для опережающей и запаздывающей функции Грина. Вывод кинетического уравнения в квазиклассическом случае. Связь функции Грина с матрицей плотности. Вигнеровское представление для матрицы плот</b> Уравнение для опережающей и запаздывающей функции Грина. Вывод кинетического уравнения в квазиклассическом случае. Связь функции Грина с матрицей плотности. Вигнеровское представление для матрицы плотности.	Всего аудиторных часов		
		2	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
7	<b>Представление интеграла столкновений в кинетическом уравнении через функции Грина и элементы массового оператора. Ряд теории возмущений по взаимодействию для массового оператора. Вывод интеграла столкн</b>	Всего аудиторных часов		
		2	0	0
		Онлайн		
		0	0	0

	Представление интеграла столкновений в кинетическом уравнении через функции Грна и элементы массового оператора. Ряд теории возмущений по взаимодействию для массового оператора. Вывод интеграла столкновений для бозонов. Вычисление диаграмм.			
8	<b>Вывод интеграла столкновений для фермионов. Вычисление диаграмм. Вывод интеграла столкновений для заряженных частиц в плазме. Основные приближения. Суммирование рядов диаграмм для вершин</b> Вывод интеграла столкновений для фермионов. Вычисление диаграмм. Вывод интеграла столкновений для заряженных частиц в плазме. Основные приближения. Суммирование рядов диаграмм для вершин	Всего аудиторных часов		
		2	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
9-15	<b>Часть 2</b>	16	0	0
9	<b>Вычисление диаграмм для поляризационных операторов. Экранирование взаимодействия между частицами в плазме. Диэлектрическая проницаемость. Интеграл столкновений</b> Вычисление диаграмм для поляризационных операторов. Экранирование взаимодействия между частицами в плазме. Диэлектрическая проницаемость. Интеграл столкновений	Всего аудиторных часов		
		2	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
10	<b>Антикоммутирующие (грасмановы) переменные. Основные соотношения. Вычисление гауссовых интегралов. Супервекторы и суперматрицы. Транспонирование и эрмитово сопряжение. Эрмитовы и унитарные суперматрицы</b> Антикоммутирующие (грасмановы) переменные. Основные соотношения. Вычисление гауссовых интегралов. Супервекторы и суперматрицы. Транспонирование и эрмитово сопряжение. Эрмитовы и унитарные суперматрицы.	Всего аудиторных часов		
		2	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
11	<b>Основные соотношения для интегралов. Супердетерминант. Гауссовы интегралы. Рассеяние электронов в проводниках с примесями. Опережающие и запаздывающие функции Грина. Плотность состояний.</b> Основные соотношения для интегралов. Супердетерминант. Гауссовы интегралы. Рассеяние электронов в проводниках с примесями. Опережающие и запаздывающие функции Грина. Плотность состояний.	Всего аудиторных часов		
		2	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
12	<b>Усреднение по положению примесей. Связь коррелятора потенциала с длиной свободного пробега. Выражение для проводимости через коррелятор токов. Представление функций Грина через интегралы по супервект</b> Усреднение по положению примесей. Связь коррелятора потенциала с длиной свободного пробега. Выражение для проводимости через коррелятор токов. Представление функций Грина через интегралы по супервекторам. Переход к координатному представлению.	Всего аудиторных часов		
		2	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
13	<b>Усреднение функций Грина и их корреляторов по</b>	Всего аудиторных часов		



	<b>положению примесей. Вычисление в приближении среднего поля. Вычисление усредненной функции Грина. Пределы применимости.</b> Усреднение функций Грина и их корреляторов по положению примесей. Вычисление в приближении среднего поля. Вычисление усредненной функции Грина. Пределы применимости.	2	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
14	<b>Примесная диаграммная техника. Основные приближения. Уравнение Дайсона для запаздывающей функции Грина. Вычисление усредненной функции Грина. Пределы применимости</b> Примесная диаграммная техника. Основные приближения. Уравнение Дайсона для запаздывающей функции Грина. Вычисление усредненной функции Грина. Пределы применимости	Всего аудиторных часов		
		3	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
15	<b>Диаграммный вывод уравнения Бете – Солпитера для коррелятора функций Грина. Лестничные Диаграммы. Решение уравнения Бете – Солпитера для <math>\delta</math> – коррелированного потенциала. Диффузионная асимптотика. Кор</b> Диаграммный вывод уравнения Бете – Солпитера для коррелятора функций Грина. Лестничные Диаграммы. Решение уравнения Бете – Солпитера для $\delta$ – коррелированного потенциала. Диффузионная асимптотика. Корреляции на больших расстояниях.	Всего аудиторных часов		
		3	0	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

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В курсе «Методы статистической физики» используются традиционные и современные образовательные технологии: лекции ( с визуализацией), семинарские занятия с разбором задач и примеров.

## 6. 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-15
	У-ПК-1	Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-1	Э, КИ-8, КИ-15
ПК-2	З-ПК-2	Э, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-2	Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-2	Э, КИ-8, КИ-15
ПК-20.1	З-ПК-20.1	Э, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-20.1	Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-20.1	Э, КИ-8, КИ-15

### 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 – <i>«отлично»</i>	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 – <i>«хорошо»</i>	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 – <i>«удовлетворительно»</i>	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 –	F	Оценка «неудовлетворительно»

	«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.
--	-----------------------	--	--

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:**

1. ЭИ Б 82 Квантовая статистическая механика. : учебное пособие, Москва: Физматлит, 2011
2. 538.9 К12 Физика макроскопических квантовых систем : курс лекций; семинары, Москва: Издательский дом МЭИ, 2014
3. 53 Л22 Теоретическая физика Т.9 Статистическая физика. Ч.2: Теория конденсированного состояния , Е. М. Лифшиц, Л. П. Питаевский, Москва: Физматлит, 2004

### **ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:**

1. 53 Л22 Теоретическая физика Т.5 Статистическая физика. Ч.1, ред. Л. П. Питаевский, Москва: Физматлит, 2010

### **ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:**

Специальное программное обеспечение не требуется

### **LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:**

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

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

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

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

## **9. 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.

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.

## **10. 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/экзамен.

Проведение аттестации.

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):

Кельнер Станислав Рихардович, д.ф.-м.н.,  
профессор

Рогозкин Дмитрий Борисович, д.ф.-м.н., профессор

Рецензент(ы):

С.В. Попруженко