



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
*Физический факультет*

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Методы математической физики**

Кафедра теоретической и математической физики, физического факультета

### **Образовательная программа**

03.03.02 Физика

Профили подготовки

фундаментальная физика, медицинская физика

Уровень высшего образования

Бакалавриат

Форма обучения

очная

Статус дисциплины: базовая

Махачкала 2017

Рабочая программа дисциплины составлена в 2017 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.03.02 «Физика» (уровень бакалавриат) от «7» августа 2014г. № 937.

Разработчик: Мусаев Гатиз Мусаевич, заведующий кафедры теоретической и математической физики, д.ф.-м.н., профессор

**Рабочая программа дисциплины одобрена:**

на заседании кафедры теоретической и математической физики от «29» марта 2017г., протокол № 7.

Зав. кафедрой

  
(подпись)

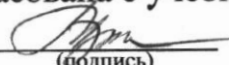
Мусаев Г.М.

на заседании Методической комиссии физического факультета от «30» марта 2017г., протокол № 8.

Председатель

  
(подпись)

Мурлиева Ж.Х.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением «3» апреля 2017г.   
(подпись) Гасангаджиева А.Г.

## СОДЕРЖАНИЕ

Аннотация рабочей программы дисциплины .....	4
1. Цели освоения дисциплины .....	5
2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата .....	5
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины.....	6
4. Объем, структура и содержание дисциплины.....	8
4.1. Объем дисциплины .....	8
4.2. Структура дисциплины .....	8
4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).....	9
5. Образовательные технологии .....	12
6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.....	13
7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.....	15
7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. ....	15
7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания.....	17
7.3. Типовые контрольные задания.....	20
7.4. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций. ....	27
8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины. ....	29
9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины. ....	30
10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	30
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем. ....	31
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине. ....	31

## Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Методы математической физики» входит в базовую часть образовательной программы бакалавриата по направлению 03.03.02 «Физика».

Дисциплина реализуется на физическом факультете кафедрой теоретической и математической физики.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением различных физических процессов, к которым относятся явления, изучаемые в гидродинамике, электродинамике, механике сплошных сред и т.д.

Методы исследования характеризующие данную науку, является математическими по своему существу. Но постановка задач математической физики тесно связано с изучением физических проблем и имеет свои специфические особенности. В частности, начальная и конечная стадии процесса носят качественно различный характер и требует применения различных математических методов.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника:

общекультурных - ОК-5;

общепрофессиональных - ОПК-1, ОПК-3;

профессиональных - ПК-1, ПК-4.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: лекции, практические занятия, самостоятельную работу.

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме текущий контроль в форме опросов и коллоквиума и промежуточный контроль в форме зачета.

Объем дисциплины 4 зачетные единицы, в том числе в академических часах по видам учебных занятий

Семестр	Учебные занятия						СРС, в том числе экзамен	Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцирован ный зачет, экзамен
	в том числе							
	Контактная работа обучающихся с преподавателем							
	Всего	из них						
Лекции		Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР	консультации			
6	144	30	-	32	-	-	82	экзамен

## 1. Цели освоения дисциплины

Методы математической физики – является одной из обязательных дисциплин необходимых для успешного освоения предметов теоретической физики, который и входит в число профессионального цикла «Теоретическая физика».

Задачей дисциплины является создание фундаментальной базы знаний, в основе которой положено развивать углубленное изучение не только отдельных разделов теоретической физики, но и специализированных дисциплин.

Первая – это мировоззренческая и методологическая направленность курса, которая способствует формированию у студентов единую, стройную картину окружающего нас мира природы. Для этого необходимо обобщение имеющихся экспериментальных данных и сопоставление их с рассчитываемыми аналитически результатами, которые требуют широкое применение математических методов.

Во-вторых, в рамках единого подхода классической теоретической физики необходимо рассматривать все основные явления и физические процессы, происходящие в природе, установить связь между ними с точки зрения подхода к решению задач и вывести качественные закономерности, получить выражения в виде уравнений.

В-третьих, необходимо получить студентов самостоятельно применять полученные теоретические знания для решения конкретных задач с последующим анализом и оценкой полученных результатов.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина входит в вариативную часть образовательной программы бакалавриата по направлению 03.03.02 «Физика», и является обязательной для изучения. Она является основополагающей вместе с такими дисциплинами как: математический анализ, дифференциальное и интегральное исчисление, механика, электричество, оптика, квантовая механика. Курс посвящен изучению проблем решения задач физики, которые приводятся к уравнениям с частными производными.

Требования к первоначальному уровню подготовки обучающегося для успешного освоения дисциплины:

Уровень «знать»:

- Функциональный, структурный и ориентированный подходы и основные понятия методов математической физики;
- Основные требования о математических методах, используемых при изучении явлений и процессов, происходящих в природе;

- Основные уравнения и методы их решения.

Уровень «уметь»:

- Составить уравнения гиперболического, параболического и эллиптического типа;
- Уметь использовать различные методы для решения конкретных задач физики;
- Получение выражений для специальных функций, которые часто встречаются при решении конкретных задач теоретической физики.

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины.

Компетенции	Формулировка компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)
ОК-5	способность к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Историю развития русского языка и языков европейских стран;</li> <li>• Особенности языков различных народностей России;</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Разговаривать как на своем родном, так и на русском языке;</li> <li>• Использовать современные термины и терминологии, встречающиеся при чтении различных текстов;</li> <li>• Разговаривать на английском языке, который наиболее распространен в мире;</li> <li>• Переводить тексты научных статей с английского на русский</li> </ul>
ОПК-1	способность использовать в профессиональной деятельности базовые естественнонаучные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук (прежде всего химии,	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Что базовые знания дисциплины «методы математической физики» необходимы для успешного решения ряда задач, относящихся к созданию современных технологий;</li> <li>• Основные уравнения в частных производных, используемые в других областях естествознания.</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Использовать метод конечных разностей, который успешно работает при решении многих задач, так как аналитические методы решений не всегда возможны;</li> </ul>

	биологии, экологии, наук о земле и человеке).	
ОПК-3	способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач.	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Какие уравнения относятся к уравнениям: гиперболического, параболического и эллиптического типа и как физическим процессам и явлениям они соответствуют;</li> <li>• Специальные функции, которые используются в квантовой теории.</li> </ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Навыками применения основных уравнений и методов математической физики для решения практических задач.</li> </ul>
ПК-1	способность использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин.	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• О существовании связи между вопросами, изучаемыми в различных курсах теоретической физики и предмета «методы математической физики»;</li> <li>• Основные задачи общей и теоретической физики, для решения которых необходимо использовать методы математической физики;</li> <li>• Основные методы решения задач квантовой и классической механики.</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Использовать знания общей физики, необходимые для освоения профильных дисциплин;</li> <li>• Использовать отдельные разделы теоретической физики, для углубленного анализа решений задач математической физики.</li> </ul>
ПК-4	Способность применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профессиональных физических дисциплин.	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Основные вопросы, которые необходимы при успешном овладении данного предмета;</li> <li>• Существующие методы разделения переменных при решении практических задач.</li> </ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Методами решения задач теплопроводности, колебаний и теории упругости.</li> </ul>

#### 4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 4 зачетные единицы - 144 академических часа.

#### 4.2. Структура дисциплины.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) / Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Трудоемкость	Лекции	Практич. занятия	Самостоят. работа	
<b>Модуль 1. Классификация дифференциальных уравнений с частными производными. Уравнения гиперболического и параболического типа.</b>							
1.	Дифференциальные уравнения с частными производными 2 <sup>го</sup> порядка с двумя независимыми переменными.	6	8	2	2	4	опрос
2.	Однородные и неоднородные дифференциальные уравнения.		6	2	2	2	опрос
3.	Задачи, приводящие к уравнениям гиперболического типа.		8	2	2	4	опрос
4.	Метод разделения переменных. Метод распространяющихся волн.		6	2	2	2	опрос
5.	Задачи, приводящие к уравнениям параболического типа. Метод разделения переменных.		8	2	2	4	опрос
<b>Итого по модулю 1</b>			36	10	10	16	коллоквиум
<b>Модуль 2. Уравнения эллиптического типа. Распространение тепла в пространстве. Уравнения Лапласа.</b>							
1.	Физические задачи, приводящие к уравнению эллиптического	6	8	2	2	4	опрос



	типа.						
2.	Свойства гармонических функций.		6	2	2	2	опрос
3.	Теория потенциала.		6	2	2	2	опрос
4.	Распространение тепла в ограниченных средах.		6	2	2	2	опрос
5.	Краевые задачи. Краевые задачи для уравнения Лапласа.		10	2	4	4	опрос
<b>Итого по модулю 2</b>			36	10	12	14	коллоквиум
<b>Модуль 3. Метод конечных разностей. Специальные функции.</b>							
1.	Метод функций Грина для задачи Дирака.		8	2	2	4	опрос
2.	Разностные схемы для уравнения теплопроводности.		8	2	2	4	опрос
3.	Метод конечных разностей для задачи Дирихле.	6	6	2	2	2	опрос
4.	Цилиндрические функции. Сферические функции.		6	2	2	2	опрос
5.	Полиномы Чебышева - Эрмита, Лагерра.		8	2	2	4	опрос
<b>Итого по модулю 3</b>			36	10	10	16	контрольная работа
<b>Модуль 4. Подготовка к экзамену.</b>			36				экзамен
<b>ИТОГО</b>			<b>144</b>	<b>30</b>	<b>32</b>	<b>46</b>	

#### 4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).

##### **Модуль 1. Классификация дифференциальных уравнений с частными производными. Уравнения гиперболического и параболического типа.**

Дифференциальные уравнения с частными производными  $2^{\text{го}}$  порядка. Уравнения с двумя независимыми переменными. Уравнения с двумя независимыми переменными. Каноническая форма линейных уравнений с постоянными коэффициентами. Однородные и неоднородные уравнения. Задачи, приводящие к уравнениям гиперболического типа. Уравнения поперечных колебаний струны. Энергия колебаний струны. Постановка краевых задач. Метод разделения переменных для уравнения свободных колебаний струны. Общая схема метода разделения переменных. Метод распространяющихся волн и уравнение Даламбера. Физическая интерпретация. Физические задачи, приводящие к уравнениям параболического типа. Метод разделения переменных. Функция источника. Постановка краевых задач.

## **Модуль 2. Уравнения эллиптического типа. Распространение тепла в пространстве. Уравнения Лапласа.**

Физические задачи, приводящие к уравнению эллиптического типа. Постановка краевых задач. Гармонические функции и их свойства. Формулы Грина. Теория потенциала. Объемный и логарифмический потенциалы. Задачи электростатики. Функция температурного влияния. Распространение тепла в неограниченном пространстве. Метод разделения переменных. Краевые задачи. Формула Грина. Тепловые потенциалы. Краевые задачи для уравнения Лапласа. Метод функций Грина для задачи Дирихле (трехмерный случай). Метод функций Грина для задачи Дирихле (двумерный случай). Задача Дирихле для круга и метод Фурье.

## **Модуль 3. Метод конечных разностей. Специальные функции.**

Основные понятия. Сетки и сеточные функции. Разностная задача. Схемы для уравнений с постоянными коэффициентами. Разностные схемы для уравнения теплопроводности. Метод конечных разностей для задачи Дирихле. Многомерные схемы. Цилиндрические функции. Степенные ряды. Рекуррентные формулы. Краевые задачи для уравнения Бесселя. Интеграл Фурье – Бесселя. Полиномы Лежандра. Уравнение Лежандра. Свойства полиномов Лежандра. Гармонические полиномы. Полиномы Чебышева – Эрмита и Чебышева – Лагерра.

### **Наименование тем и содержание практических занятий.**

<b>Модуль 1. Классификация дифференциальных уравнений с частными производными. Уравнения гиперболического и параболического типа.</b>		
<b>Название темы</b>	<b>Содержание темы</b>	<b>Объем в часах</b>
Дифференциальные уравнения с частными производными.	Дифференциальные уравнения с двумя независимыми переменными. Уравнения со многими переменными.	2
	Приведение линейных уравнений к каноническому виду. Однородные и неоднородные дифференциальные уравнения.	2
Физические задачи приводящие к уравнениям параболического типа.	Уравнение поперечных колебаний струны. Уравнение продольных колебаний струны. Уравнения гидродинамики. Граничные и начальные условия.	2
Метод разделения переменных.	Уравнение свободных колебаний струны. Интерпретация решения. Стоячие волны.	2
	Общая первая краевая задача. Общая схема	2

	метода разделения переменных. Формула Даламбера и ее физическая интерпретация. Интегральное уравнение колебаний. Неоднородное уравнение.	
Физические задачи, приводящие к уравнениям параболического типа.	Задача о распространении тепла. Распространение тепла в пространстве. Постановка краевых задач.	2
Метод разделения переменных для уравнений параболического типа.	Краевые задачи. Функция источника. Неоднородное уравнение теплопроводности. Общая первая краевая задача.	2
	Температурные волны. Метод подобия в теории теплопроводности. $\delta$ – функция и ее свойства.	2
<b>Модуль 2. Уравнения эллиптического типа. Распространение тепла в пространстве. Уравнения Лапласа.</b>		
Задачи, приводящие к уравнению эллиптического типа.	Линейная задача о распространении тепла. Уравнение диффузии. Распространение тепла в пространстве. Постановка задач.	2
Гармонические функции.	Формулы Грина. Основные свойства гармонических функций. Интегральное представлено решения.	2
Теория потенциала.	Объемный и поверхностный потенциалы. Логарифмический потенциал. Свойства потенциала простого слоя.	2
Распространение тепла в пространстве.	Распространение тепла в ограниченных средах. Схема разделения переменных. Функция температурного влияния.	2
Краевые задачи.	Формулы Грина для уравнения теплопроводности. Функция источника. Тепловые потенциалы. Решение кривой задачи.	2
Краевые задачи для уравнения Лапласа.	Уравнения Лапласа в криволинейной системе координат. Частные решения уравнения Лапласа. Гармонические функции.	2
Метод функции Грина для задачи Дирихле.	Формулы Остроградского - Гауса. Функция Грина и ее свойства. Нахождение функции Грина для различных задач.	2
<b>Модуль 3. Метод конечных разностей. Специальные функции.</b>		
Основные понятия	Сетки и сеточные функции. Разностная задача.	2

метода конечных разностей		
Разностные схемы для уравнения теплопроводности.	Схемы для уравнений с постоянными коэффициентами. Разностные схемы для уравнения теплопроводности.	2
Метод конечных разностей для уравнений Дирихле.	Многомерные разностные схемы.	2
	Общая оценка решения неоднородного уравнения.	2
Цилиндрические функции.	Степенные ряды. Рекуррентные формулы. Краевые задачи для уравнения Бесселя. Функции Ханкеля.	2
Сферические функции.	Полиномы Лежандра. Уравнение Лежандра. Свойства Полиномов Лежандра	2
Полиномы Чебышева – Эрмита и Чебышева – Лагерра.	Уравнение Чебышева – Эрмита. Функции Чебышева – Эрмита	2
	Уравнение Чебышева – Лагерра. Ортонормировка.	2

## 5. Образовательные технологии

В течение семестра студенты посещают лекции, решают задачи, указанные преподавателем, к каждому семинару. В семестре проводятся контрольные работы (на семинарах). Зачет выставляется после решения всех задач контрольных работ, выполнения домашних и самостоятельных работ.

При проведении занятий используются компьютерные классы, оснащенные современной компьютерной техникой. При изложении теоретического материала используется лекционный зал, оснащенный мультимедиа проекционным оборудованием и интерактивной доской.

Обучающие и контролирующие модули внедрены в учебный процесс и размещены на Образовательном сервере Даггосуниверситета (<http://edu.icc.dgu.ru>), к которым студенты имеют свободный доступ.

Для подготовки к занятиям также подготовлен электронный курс лекций, который в скором времени разместят на сайте ДГУ. Данный электронный курс лекция будет способствовать подготовке к сдаче зачета.

В рамках учебного процесса предусмотрено приглашение для чтения лекций ведущих ученых из центральных вузов и академических институтов России.

## 6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

### Самостоятельная работа студентов:

- проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе) и подготовка докладов на семинарах и практических занятиях;
- написание рефератов;
- работа с тестами и вопросами для самопроверки;
- решение некоторых задач с применением компьютера.

<b>Разделы и темы для самостоятельного изучения</b>	<b>Виды и содержание самостоятельной работы</b>
Классификация дифференциальных уравнений 2 <sup>го</sup> порядка в частных производных.	Уметь определить по виду уравнения, к какому типу оно относится. Какие физические задачи могут быть отнесены к различным типам уравнений. Рассмотреть случаи уравнений в частных производных второго порядка с двумя и более независимыми переменными. Уметь приводить уравнения к каноническому виду. Рассмотреть линейные и нелинейные уравнения математической физики, а также однородные и неоднородные уравнения и их примеры.
Уравнения гиперболического типа.	Какие физические задачи приводят к уравнениям гиперболического типа, какова схема их решения. Уметь вывести уравнения для свободных колебаний струны. Разобраться в решении уравнения для (поперечных) колебаний струны используя метод разделения переменных. Освоить метод Фурье (разделения переменных). Рассмотреть вопросы, связанные с методом распространяющихся волн. Уметь интерпретировать, полученные при решении уравнения Даламбера, результаты.

<p>Уравнения параболического типа.</p>	<p>Рассмотреть физические задачи, приводящие к уравнениям параболического типа. Почему эти уравнения носят название «параболический тип». Рассмотреть уравнения теплопроводности и диффузии, уметь выводить эти уравнения. Кроме того, необходимо овладеть техникой решения таких уравнений используя метод разделения переменных. Уметь сформулировать постановку краевых задач для уравнений параболического типа.</p>
<p>Уравнения эллиптического типа.</p>	<p>Приводить примеры задач, приводящих к уравнениям эллиптического типа и знать смысл постановки краевых задач. Знать, что значит гармоническая функция, и каким условиям она должна удовлетворять. Вспомнить о формулах Остроградского – Гаусса и на их основе получить формулу Грина. Показать на примере, что функция <math>\frac{1}{r}</math> является гармонической. Рассмотреть теорию потенциала и задачи электростатики.</p>
<p>Распространение тепла в пространстве.</p>	<p>Рассмотреть функцию температурного влияния, как в неограниченном, так и в ограниченном пространствах. Уметь использовать формулу Грина для уравнения теплопроводности на практике. Разобраться в вопросах методов решения краевых задач теплопроводности и теплового потенциала. Уметь ставить задачу и с начальными условиями.</p>
<p>Уравнение Лапласа и задача Дирихле.</p>	<p>Рассмотреть краевые задачи для уравнения Лапласа и метод функций Грина для задачи Дирихле, как в трехмерном, так и в двумерном случаях. Использовать метод Фурье для решения задачи Дирихле уравнения Лапласа. Рассмотреть различные варианты задачи Дирихле для уравнения Лапласа.</p>
<p>Метод конечных разностей и разностные методы решения задач.</p>	<p>Основные понятия метода конечных разностей и разностные схемы для уравнения теплопроводности. Двухслойные и трехслойные схемы. Метод прогонки. Разобраться в методе конечных разностей для решения задачи Дирихле. Рассмотреть многомерные схемы. Знать методы решения систем разностных уравнений.</p>

Специальные функции полиномы.	и Разобраться в общем уравнении теории специальных функций. Рассмотреть цилиндрические и сферические функции. Рассмотреть краевые задачи для уравнения Бесселя, а также функции Ханкеля и Неймана. Знать возникновение полиномов Лежандра и свойства этих полиномов. Иметь четкие представления о полиномах Чебышева – Эрмита и Чебышева – Лагера.
-------------------------------	---

Результаты самостоятельной работы учитываются при аттестации бакалавра (зачет). При этом проводятся: тестирование, опрос на практических занятиях, заслушиваются доклады, проверка контрольных работ и т.д.

## 7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

### 7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

Перечень компетенций с указанием этапов их формирования приведен в описании образовательной программы.

Компетенция	Знания, умения, навыки	Процедура освоения
ОК-5	<u>Знать:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>Историю развития русского языка и языков европейских стран и особенности языков различных народностей нашего государства;</li> <li>Один из иностранных языков.</li> </ul> <u>Уметь:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>Разговаривать как на своем родном языке, так и в совершенстве владеть русским языком как общегосударственным языке;</li> <li>свободно переводить тексты (научных работ)</li> </ul>	Устный опрос,
ОПК-1	<u>Знать:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>О том, что базовые знания дисциплины «методы математической физики» необходимы для успешного решения ряда задач, связанных с созданием современных технологий;</li> <li>Основные уравнения математической физики используемые в различных</li> </ul>	Письменный опрос

	<p>областях естествознания.</p> <p><u>Уметь:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Использовать методы решения математической физики для решения конкретных задач физики и других областей науки.</li> </ul> <p><u>Владеть:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Навыками метода конечных разностей для решения конкретных задач.</li> </ul>	
ОПК-3	<p><u>Знать:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>О физических задачах, которые приводят к уравнениям математической физики: гиперболического, параболического и эллиптического типа;</li> <li>Иметь ясное представление о сферических функциях и их свойствах.</li> </ul> <p><u>Уметь:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Использовать различные методы решения задач физики.</li> </ul>	Устный и письменный опрос
ПК-1	<p><u>Знать:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>О связи между различными разделами курсов теоретической физики и предмета «методы математической физики»;</li> <li>Основные задачи квантовой механики, для успешного решения которых. Необходимы знания методов их решения;</li> <li>Основные методы решения современных задач нерелятивистской и релятивистской квантовой теории.</li> </ul> <p><u>Владеть:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Навыками решения задач квантовой механики необходимыми для освоения профильных дисциплин.</li> </ul>	Устный опрос
ПК-4	<p><u>Знать:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Основные методы решения задач математической физики;</li> <li>В совершенстве метод разделения переменных, который часто встречается при решении конкретных задач теоретической физики.</li> </ul> <p><u>Уметь:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Использовать метод конечных разностей в случае необходимости решения задач которые не поддаются аналитическому решению.</li> </ul>	Устный опрос



## 7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания.

Выделяются три показателя уровня сформированности компетенции: пороговый, базовый и продвинутый. Бакалавриат формирует пороговый и базовый уровни компетенции. Компетенции не являются непосредственными элементами содержания учебной дисциплины, поэтому оценка их формирования выполняется как экспертное представление преподавателя приблизительно по ниже представленным схемам формулировок.

### ОК-5

Схема оценки уровня формирования компетенции «способность к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия».

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Способность понимать роль языков при решении различных вопросов как в теории так и в практической деятельности человека, как личности.	Ознакомлен с необходимостью умения четко выразить свои мысли на русском языке и понимание хотя бы английского языка.	Показывает хорошие знания русского языка и литературы, а так же умение переводить научные тексты по физике с английского на русский язык.	Демонстрирует способность четко выражать свои мысли как на родном, так и на русском языках. Достаточно хорошо может выразить свои мысли на английском языке.

## ОПК-1

Схема оценки уровня формирования компетенции «способность использовать в профессиональной деятельности базовые естественнонаучные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук (прежде всего химии, биологии, экологии, наук о земле и человеке)».

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Представление о научных знаниях, необходимых для решения конкретных вопросов которые встречаются в практической деятельности	Ознакомлен с базовыми естественнонаучными знаниями, необходимыми при решении конкретных задач методов математической физики.	Показывает знание различных подходов и принципов тех или других проблем, имеющих место в профессиональной деятельности.	Умеет использовать как методы аналитического так и численного расчета различных физических параметров, используя знания методов математической физики.
Базовый	Понимание зависимости прогресса в области появления новых методов решения задач используя различные методы.	Ознакомлен с достижениями в области решения различных физических задач, используя методы математической физики.	Показывает определенные знания методов исследования в современных методах математической физики	Решает конкретные задачи физики, используя различные методы их решения.

### ОПК-3

Схема оценки уровня формирования компетенции «способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач».

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Представление о базовых теоретических знаниях, необходимых для решения профессиональных задач.	Ознакомлен с базовыми знаниями квантовой и классической механики для профессиональных дисциплин и решения практических задач.	Показывает знания основных методов решения физических задач используя методы математической физики.	Имеет навыки решения практических задач физики, используя методы математической физики.

### ПК-1

Схема оценки уровня формирования компетенции «способность использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин».

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Представление о профессиональных знаниях в области физики.	Ознакомлен с общей программой общей и теоретической физики и знает, и знает основные законы, которые изучаются при прохождении этих дисциплин.	Показывает примеры применения отдельных методов решения уравнений математической физики, которые используются при решении практических задач.	Освоил и применяет методы математической физики при решении конкретных задач.

#### ПК-4

Схема оценки уровня формирования компетенции «способностью применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин».

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Представление о знаниях теоретической физики, которые основываются на прохождении курса «методы математической физики».	Ознакомлен с вопросами высшей математики и теоретической физики, необходимыми для успешного освоения дисциплины «методы математической физики».	Показывает знания тех проблем, которые имеют место при изучении данного предмета и может использовать на практике знания, полученные при изучении основных разделов предмета.	Демонстрирует умение использовать профессиональные знания полученные после прохождения курса «методы математической физики» на практике.

Если хотя бы одна из компетенций не сформирована, то положительная оценки по дисциплине быть не может.

### 7.3. Типовые контрольные задания

#### 7.3.1. Перечень примерных контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы.

1. По какому принципу подразделяются уравнения математической физики?
2. Для чего нужно приводить уравнения к каноническому виду?
3. Какие уравнения называются квазилинейными?
4. Какой вид имеет уравнение колебаний струны?
5. Как выводятся уравнения электрических колебаний в проводах?
6. Что такое телеграфное уравнение?
7. Для чего нужны граничные и начальные условия при решении уравнений математической физики?
8. Какой вид имеет формула Даламбера?
9. Что значит «устойчивость» решения?
10. В чем заключается метод разделения переменных?
11. Что означает «стоячие волны»?
12. Как формулируется краевая задача на собственные значения?
13. Что означает «ударная волна»?
14. Какой вид имеет уравнение теплопроводности?

15. Какое уравнение описывает распространение тепла в пространстве?
16. Что такое коэффициент диффузии?
17. Как формулируется краевая задача для уравнений параболического типа?
18. Что означает функция источника?
19. Какой вид  $u$  у неоднородного уравнения теплопроводности?
20. Дать определение  $\delta$  – функции.
21. Что означает стационарное тепловое поле?
22. Какие физические задачи приводят к уравнению Лапласа?
23. Какой вид имеет уравнение Лапласа в сферических координатах?
24. Что такое гармоническая функция?
25. Какими основными свойствами обладают гармонические функции?
26. Какой вид имеет формула Грина?
27. Для чего нужна Функция Грина и какой ее вид?
28. Как формулируется задача Дирихле для уравнения Лапласа?
29. В чем заключается метод функции Грина для задачи Дирихле?
30. В чем заключается метод Фурье для уравнения Лапласа?
31. Как сформулировать задачу Дирихле для круга?
32. Какими основными свойствами обладает функция источника?
33. Что такое логарифмический потенциал?
34. Каким уравнением можно описать распространение волн в пространстве?
35. Какой вид имеет формула Пуассона?
36. Какие задачи приводят к уравнению эллиптического типа?
37. В чем заключается метод конечных разностей?
38. Что такое «сетка» и «сеточные функции»?
39. Как формулируется разностная задача?
40. Какова разностная схема для уравнения с постоянными коэффициентами?
41. В чем заключается метод прогонки?
42. В чем заключается метод конечных разностей для решения задачи Дирихле?
43. Какой имеет вид общее уравнение теории специальных функций?
44. Что такое собственная функция и собственное значение оператора?
45. Какой вид имеет уравнение цилиндрических функций?
46. Уравнение Бесселя и краевые задачи для него.
47. Записать выражения для функции Ханкеля 1-го и 2-го порядка.
48. Какой вид имеют цилиндрические функции мнимого аргумента?
49. Какими свойствами обладает гамма-функция?
50. В связи с чем были введены сферические функции?
51. Какой вид имеют полиномы Лежандра?
52. Какими свойствами обладают полиномы Лежандра?
53. Каким способом выводятся сферические функции?
54. Какой вид имеют полиномы эрмита?

55. Какой вид имеют полиномы Чебышева-Лагерра?

**7.3.2. Перечень вопросов к зачету.**

1. Классификация уравнений в частных производных 2-го порядка.
2. Линейные и нелинейные уравнения математической физики.
3. Приведение дифференциальных уравнений к каноническому виду.
4. Уравнение поперечных колебаний струны.
5. Электрические колебания в проводках.
6. Телеграфное уравнение.
7. Начальные и конечные условия.
8. Физическая интерпретация звуковых волн.
9. Метод разделения переменных. Общая схема.
10. Уравнение теплопроводности.
11. Уравнение диффузии.
12. Функция источника.
13.  $\delta$ -функция и ее свойства.
14. Уравнение Лапласа в декартовых и сферических координатах.
15. Физические задачи, приводящие к уравнению Лапласа.
16. Необходимые условия гармоничности функции. Свойства гармонических функций.
17. Формула Грина.
18. Функция Грина.
19. Метод функций Грина для задачи Дирихле.
20. Метод Фурье для уравнения Лапласа.
21. Распространение волн в пространстве.
22. Объемный и логарифмический потенциалы.
23. Физические задачи, приводящие к уравнению эллиптического типа.
24. Функция источника и ее основные свойства.

**7.3.3. Примерные контрольные тесты для текущего и итогового контроля подготовленности студентов по курсу.**

1. Определить порядок уравнения:  $u_x u_{xy}^2 - 2xy = 0$   
1) первый, 2) второй, 3) третий, 4) нулевой.
2. Определить тип уравнения:  $u_{xx} + 2u_{xy} + u_{yy} + u_x + u_y + 2u + x^2 y = 0$   
1) параболический,  
2) гиперболический,  
3) эллиптический,

4) смешанный.

3. Определить тип уравнения:  $2u_{xy} - 2u_{xx} + 2u_{yy} + 4u_{xz} + 5u_{zz} - xu_x + yu_z = 0$

1) гиперболический,

2) параболический,

3) эллиптический.

4. Определить тип системы уравнений:  $2u_x + 3u_y - 3v_y + u = 0$

Что означает аддитивная термодинамическая величина.

1) параболический,

2) гиперболический,

3) эллиптический.

5. Привести к каноническому виду уравнение:  $u_{xx} + 2u_{xy} + 5u_{yy} - 32u = 0$

1)  $v_{\xi\xi} + u_{\eta\eta} - 8v = 0, \quad \xi = x - y, \quad \eta = 2x,$

2)  $v_{\xi\xi} + u_{\eta\eta} - 8v = 0, \quad \xi = x + y, \quad \eta = -2x,$

3)  $v_{\xi\xi} + u_{\eta\eta} - 4v = 0, \quad \xi = x - y, \quad \eta = 2x.$

6. Найти выражение оператора Лапласа в сферических в цилиндрических координатах:

1) 
$$\Delta U = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left( r \frac{\partial U}{\partial r} \right) + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 U}{\partial \varphi^2},$$

2) 
$$\Delta U = \frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} \left( r^2 \frac{\partial U}{\partial r} \right) + \frac{1}{r^2 \sin \theta} \frac{\partial}{\partial \theta} \left( \sin \theta \frac{\partial U}{\partial \theta} \right) + \frac{1}{r^2 \sin^2 \theta} \frac{\partial^2 U}{\partial \varphi^2},$$

3) 
$$\Delta U = \frac{1}{r^2 \sin \theta} \frac{\partial}{\partial \theta} \left( \sin \theta \frac{\partial U}{\partial \theta} \right) + \frac{1}{r^2} \sin^2 \theta \frac{\partial^2 U}{\partial \varphi^2},$$

4) 
$$\Delta U = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left( r \frac{\partial U}{\partial r} \right) + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 U}{\partial \varphi^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial z^2},$$

7. Основное неравенство термодинамики записывается в виде:

1)  $TdS > dE + \sum_i A_i da_i,$  2)  $TdS \leq dE + \sum_i A_i da_i,$  3)  $\delta Q \geq dE + \delta A,$

8. Имеет место соотношение между производными термодинамических величин:

$$1) \left( \frac{\partial S}{\partial T} \right)_P = \left( \frac{\partial H}{\partial T} \right)_S, \quad 2) \left( \frac{\partial T}{\partial P} \right)_S = \left( \frac{\partial V}{\partial S} \right)_P, \quad 3) \left( \frac{\partial T}{\partial P} \right)_S = \left( \frac{\partial S}{\partial T} \right)_V, \quad 4) \left( \frac{\partial S}{\partial V} \right)_T = \left( \frac{\partial P}{\partial T} \right)_V.$$

**9.** Можно написать, что:

$$1) \left( \frac{\partial V}{\partial T} \right)_P = \left( \frac{\partial S}{\partial P} \right)_T, \quad 2) \left( \frac{\partial V}{\partial T} \right)_P = - \left( \frac{\partial S}{\partial P} \right)_T, \quad 3) \left( \frac{\partial V}{\partial T} \right)_P = \left( \frac{\partial P}{\partial S} \right)_T,$$

$$4) \left( \frac{\partial V}{\partial T} \right)_P = \left( \frac{\partial S}{\partial V} \right)_T, \quad 5) \left( \frac{\partial V}{\partial T} \right)_P = - \left( \frac{\partial S}{\partial V} \right)_T.$$

**10.** Уравнение Гиббса-Гельмгольца для энергии имеет вид:

$$1) E = F - T \left( \frac{\partial F}{\partial T} \right)_V, \quad 2) E = F + T \left( \frac{\partial F}{\partial T} \right)_V, \quad 3) E = F - \left( \frac{\partial F}{\partial T} \right)_P, \quad 4) E = F + \left( \frac{\partial F}{\partial T} \right)_P,$$

$$5) E = F - \left( \frac{\partial P}{\partial T} \right)_V.$$

**11.** Можно показать, что:

$$1) \left( \frac{\partial C_V}{\partial V} \right)_T = T \left( \frac{\partial P}{\partial T} \right)_V, \quad 2) \left( \frac{\partial C_V}{\partial V} \right)_T = -T \left( \frac{\partial^2 P}{\partial T^2} \right)_V, \quad 3) \left( \frac{\partial C_V}{\partial V} \right)_T = \frac{\partial^2 P}{\partial T^2},$$

$$4) \left( \frac{\partial C_V}{\partial V} \right)_T = T \frac{\partial^2 V}{\partial T^2}, \quad 5) \left( \frac{\partial C_V}{\partial V} \right)_T = T \frac{\partial^2 P}{\partial T^2}.$$

**12.** Определить уравнение адиабаты для газа Ван-дер-Ваальса

$$1) (V - b) \exp \left( - \frac{C_V}{T} \right) = const, \quad 2) (V - b)^R \exp \left( - \int_0^T \frac{C_V}{T} \right) = const,$$

$$3) (V - b)^R \exp \left( - \frac{E}{T} \right) = const, \quad 4) (V - b)^R \exp(-C_V) dT = const,$$

$$5) (V - b)^R \exp \left( - \int_0^T \frac{C_V}{T} \right) dT = const.$$

**13.** Условия равновесия двухфазной однокомпонентной системы записывается в виде:

$$1) S = S' + S'', \quad 2) S_1 = S_2, \quad 3) T_1 = T_2, \quad 4) P_1 = P_2, \quad \mu_1(P, T) = \mu_2(P, T)$$

**14.** Матрица устойчивости равновесия имеет вид:

$$1) \begin{vmatrix} \Delta T & \Delta S \\ \Delta V & \Delta P \end{vmatrix} > 0, \quad 2) \begin{vmatrix} \Delta T & \Delta P \\ \Delta V & \Delta S \end{vmatrix} > 0, \quad 3) \begin{vmatrix} \Delta T & \Delta S \\ \Delta V & \Delta P \end{vmatrix} < 0, \quad 4) \begin{vmatrix} \Delta T & \Delta P \\ \Delta S & \Delta V \end{vmatrix} < 0, \quad 5) \begin{vmatrix} \Delta S & \Delta T \\ \Delta E & \Delta P \end{vmatrix} > 0$$

**15.** Можно написать соотношение.



$$1) \left( \frac{\partial C_p}{\partial P} \right)_T = -T \left( \frac{\partial^2 V}{\partial T^2} \right)_P \quad 2) \left( \frac{\partial C_p}{\partial P} \right)_T = T \left( \frac{\partial^2 V}{\partial T^2} \right)_P \quad 3) \left( \frac{\partial C_p}{\partial P} \right)_T = \left( \frac{\partial^2 V}{\partial T^2} \right)_P$$

$$4) \left( \frac{\partial C_p}{\partial P} \right)_T = - \left( \frac{\partial^2 V}{\partial T^2} \right)_P \quad 5) \left( \frac{\partial C_p}{\partial P} \right)_T = T \left( \frac{\partial^2 P}{\partial T^2} \right)_V$$

**16.** Уравнение Клапейрона-Клаузиуса имеет вид:

$$1) \frac{dP}{dT} = \frac{S_2 - S_1}{P_2 - P_1}, \quad 2) \frac{dP}{dT} = \frac{S_2 - S_1}{V_2 - V_1}, \quad 3) \frac{dP}{dT} = \frac{g_2 - g_1}{S_2 - S_1}, \quad 4) \frac{dP}{dT} = T \frac{g_2 - g_1}{S_2 - S_1},$$

$$5) \frac{dP}{dT} = T \frac{S_2 - S_1}{g_2 - g_1}.$$

**17.** Работа на единицу объема изотропного магнетика, совершаемая при изменении в нем индукции поля, равна:

$$1) \delta A = \frac{1}{4\pi} (\vec{H} d\vec{B}), \quad 2) \delta A = \frac{1}{4\pi} (\vec{B} d\vec{H}), \quad 3) \delta A = -\frac{1}{4\pi} (\vec{H} d\vec{B}),$$

$$4) \delta A = -\frac{1}{4\pi} (\vec{B} d\vec{H}), \quad 5) \delta A = (\vec{B} d\vec{H}).$$

**18.** Химический потенциал  $\mu$  можно определить как:

$$1) \mu = \left( \frac{\partial E}{\partial N} \right)_{P,S} \quad 2) \mu = \left( \frac{\partial E}{\partial N} \right)_{V,T} \quad 3) \mu = \left( \frac{\partial E}{\partial N} \right)_{S,V} \quad 4) \mu = \left( \frac{\partial E}{\partial N} \right)_{P,S} \quad 5) \mu = \left( \frac{\partial E}{\partial N} \right)_{S,T}$$

**19.** Химический потенциал это есть:

- 1) энергия, приходящая на единицу объема системы.
- 2) термодинамический потенциал, приходящаяся на одну частицу системы из одинаковых частиц.
- 3) энергия, отнесенная к одной частице любой системы.
- 4) внутренняя энергия, отнесенная к частицам системы.
- 5) термодинамический потенциал, отнесенный ко всей системе.

**20.** Под фазовым переходом 2 рода мы понимаем:

- 1) переход, при котором скачкообразно изменяется теплоемкость системы, а коэффициент теплового расширения нет.
- 2) переход, при котором скачкообразно изменяются первые производные термодинамического потенциала.
- 3) переход, при котором скачкообразно изменяется как первые, так и вторые производные термодинамического потенциала.
- 4) переход, при котором скачкообразно изменяется объем системы.

5) переход, при котором скачкообразно изменяется как энтропия, так и объем.

**21.** Под фазовым переходом 1 рода понимается.

- 1) переход из жидкого состояния в газообразное при температуре кипения.
- 2) переход из твердого состояния в жидкое при точке плавления.
- 3) переход, при котором скачкообразно изменяется энтропия системы.
- 4) переход, при котором скачкообразно изменяются первые производные термодинамического потенциала  $\Phi$ .
- 5) переход, при котором скачкообразно изменяются вторые производные энтропии системы.

**22.** Пользуясь свойствами Якобианов можно получить

- 1)  $\left(\frac{\partial P}{\partial V}\right)_S = T \left(\frac{\partial V}{\partial S}\right)_P$ , 2)  $\left(\frac{\partial P}{\partial V}\right)_S = \frac{C_P}{C_V} \left(\frac{\partial P}{\partial V}\right)_T$ , 3)  $\left(\frac{\partial P}{\partial V}\right)_S = \frac{C_V}{C_P} \left(\frac{\partial P}{\partial V}\right)_T$ ,
- 4)  $\left(\frac{\partial P}{\partial V}\right)_S = \frac{C_P}{C_V} \left(\frac{\partial P}{\partial V}\right)_T$ .

**23.** Модуль упругости определяется как:

- 1)  $K = \frac{\partial P}{\partial V}$ , 2)  $K = -\frac{\partial P}{\partial V}$ , 3)  $K = -V \frac{\partial P}{\partial V}$ , 4)  $K = \frac{\partial V}{\partial P}$ , 5)  $K = -\frac{\partial V}{\partial P}$ .

**24.** Уравнение первого начала термодинамики записывается в виде:

- 1)  $Q = U + A$ , 2)  $\delta Q = \delta U + \delta A$ , 3)  $\delta Q = dU + dA$ , 4)  $\delta Q = dU + \delta A$ , 5)  $\delta Q = dU - \delta A$

**25.** Вычислить  $C_p - C_v$  для газа Ван-дер-Ваальса

- 1)  $\frac{R}{1 - 2a(V-b)^2} \setminus RTV^3$ , 2)  $\frac{R}{1 - 2a(V-b)^2}$ , 3)  $\frac{R}{2a(V-b)^2} RTV^3$ , 4)  $\frac{R}{1 - 2a(V-b)^3}$ , 5)  $\frac{RTV^3}{2a(V-b)^2}$ .

**26.** Какова связь между  $\Omega$  и  $F$  ?

- 1)  $\Omega = F + PV$ , 2)  $\Omega = F - PV$ , 3)  $\Omega = F + \mu N$ , 4)  $\Omega = F - \mu N$ ,
- 5)  $\Omega = F + TS$ .

**27.** Большой термодинамический потенциал является функцией переменных.

- 1)  $T, P, \mu$ , 2)  $T, V, N$ , 3)  $T, V, \mu$ , 4)  $T, S, \mu$ , 5)  $T, S, N$ .

**28.** Показать, что в системе с  $S = const$  и  $P = const$  равновесие наступает:

- 1) при минимуме  $H$ , 2) при максимуме  $H$ , 3) при минимуме  $E$ , 4) при максимуме  $E$ , 5) при минимуме  $\Phi$ .

**29.** Элементарная работа на единицу объема диэлектрика, совершаемая при движении зарядов, создающих в нем поле, равно

1)  $\delta A = \frac{1}{4\pi} (\vec{D}, d\vec{E})$ , 2)  $\delta A = -\frac{1}{4\pi} (\vec{E}, d\vec{D})$ , 3)  $\delta A = \frac{1}{4\pi} (\vec{E} + \vec{D})$ ,

4)  $\delta A = \frac{1}{4\pi} (\vec{E}, d\vec{D})$ , 5)  $\delta A = -\frac{1}{4\pi} (\vec{E} + \vec{D})$ .

**30.** Энтропия системы является:

- 1) функций состояния системы,
- 2) функций процесса,
- 3) характеристика равновесия системы,
- 4) определяет устойчивое равновесие системы,
- 5) определяют состояние системы.

**7.4. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.**

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля - 50% и промежуточного контроля - 50%.

Текущий контроль по дисциплине включает:

Лекции

- посещение занятий – 10 баллов,
- активное участие на лекциях – 15 баллов,
- устный опрос, тестирование, коллоквиум – 60 баллов,
- и др. (доклады, рефераты) – 15 баллов.

Практические занятия

- посещение занятий – 10 баллов,
- активное участие на практических занятиях – 15 баллов,
- выполнение домашних работ – 15 баллов,
- выполнение самостоятельных работ – 20 баллов,
- выполнение контрольных работ – 40 баллов.

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

- устный опрос – 60 баллов,
- письменная контрольная работа – 30 баллов,
- тестирование – 10 баллов.

## Критерии оценок на экзаменах

В экзаменационный билет рекомендуется включать не менее 3 вопросов, охватывающих весь пройденный материал, также в билетах могут быть задачи и примеры. Ответы на все вопросы оцениваются максимум **100 баллами**.

**Критерии оценок** следующие:

- **100 баллов** - студент глубоко понимает пройденный материал, отвечает четко и всесторонне, умеет оценивать факты, самостоятельно рассуждает, отличается способностью обосновывать выводы и разъяснять их в логической последовательности.
- **90 баллов** - студент глубоко понимает пройденный материал, отвечает четко и всесторонне, умеет оценивать факты, самостоятельно рассуждает, отличается способностью обосновывать выводы и разъяснять их в логической последовательности, но допускает отдельные неточности.
- **80 баллов** - студент глубоко понимает пройденный материал, отвечает четко и всесторонне, умеет оценивать факты, самостоятельно рассуждает, отличается способностью обосновывать выводы и разъяснять их в логической последовательности, но допускает некоторые ошибки общего характера.
- **70 баллов** - студент хорошо понимает пройденный материал, но не может теоретически обосновывать некоторые выводы.
- **60 баллов** - студент отвечает в основном правильно, но чувствуется механическое заучивание материала.
- **50 баллов** - в ответе студента имеются существенные недостатки, материал охвачен «половинчато», в рассуждениях допускаются ошибки.
- **40 баллов** - ответ студента правилен лишь частично, при разъяснении материала допускаются серьезные ошибки.
- **20-30 баллов** - студент имеет общее представление о теме, но не умеет логически обосновать свои мысли.
- **10 баллов** - студент имеет лишь частичное представление о теме.
- **0 баллов** – нет ответа.

Эти критерии носят в основном ориентировочный характер. Если в билете имеются задачи, они могут быть более четкими.

**Шкала диапазона для перевода рейтингового балла в «5»-балльную систему:**

- «0 – 50» баллов – неудовлетворительно
- «51 – 65» баллов – удовлетворительно
- «66 - 85» баллов – хорошо
- «86 - 100» баллов – отлично
- «51 и выше» баллов – зачет

## **8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.**

### ***а) основная литература:***

1. Квасников И.А. Термодинамика и статистическая физика. Том 1. Теория равновесных систем. Термодинамика Т 1. Изд-во: Либроком. 2012 г.
2. Квасников И.А. Термодинамика и статистическая физика. Том 2. Теория равновесных систем. Статистическая физика. Изд-во: Эдиториал УРСС. 2010 г.
3. Базаров И.П. Термодинамика. Изд-во: Лань. 2010 г.
4. Ландау Л.Д., Лифшиц Е. М. Статистическая физика ч.1 М.: Физматлит, 2010 г.

### ***б) дополнительная литература:***

1. Кубо Р. Статистическая механика. Современный курс с задачами и решениями. Изд-во: КомКнига. 2007 г.
2. Квасников И.А. Термодинамика и статистическая физика. Том 3: Теория неравновесных систем. Изд-во: Эдиториал УРСС. 2011 г.
3. Квасников И.А. Термодинамика и статистическая физика. Том 4: Квантовая статистика. Изд-во: КомКнига. 2010 г.
4. Румер Ю. Б., Рывкин М. Ш. Термодинамика, статистическая физика и кинетика. Изд-во НГУ, Сиб.унив. изд-во, 2001. - 608 с.
5. Караваев Г. Ф., Герасимов В. В. Основы термодинамики и статистической физики в задачах с решением. Изд-во: Феникс. 2012 г.
6. Варикаш В.М., Болсун А.И., Аксенов В.В. Сборник задач по статистической физике. Изд-во: Эдиториал УРСС. 2011 г.
7. Базаров И.П., Геворкян Э.В., Николаев П.Н. Задачи по термодинамике и стат. физике, М.: изд. «Высшая школа», 1997
8. Гладков С. О. Сборник задач по теоретической и математической физике Изд-во: ФИЗМАТЛИТ. 2010 г.

## 9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

1. Международная база данных Scopus <http://www.scopus.com/home.url>
2. Научные журналы и обзоры издательства Elsevier <http://www.sciencedirect.com/>
3. Ресурсы Российской электронной библиотеки [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru), включая научные обзоры журнала Успехи физических наук [www.ufn.ru](http://www.ufn.ru)
4. Региональный ресурсный Центр образовательных ресурсов <http://rrc.dgu.ru/>
5. Электронные ресурсы Издательства «Лань» <http://e.lanbook.com/>
6. <http://physweb.ru/db/section/e190500000>
7. Электронная библиотека механико-математического факультета МГУ <http://lib.mexmat.ru/>
8. Научно-образовательный центр при МИАН <http://www.mi.ras.ru/>
9. Книги по электродинамике <http://www.sciteclibrary.ru/cgi-bin/yabb2/YaBB.pl?num=1170686788>

## 10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Перечень учебно-методических материалов, предоставляемых студентам во время занятий:

- рабочие тетради студентов;
- наглядные пособия;
- словарь терминов;
- тезисы лекций,
- раздаточный материал по тематике лекций.

Оптимальным путем освоения дисциплины является посещение всех лекций и семинаров, выполнение предлагаемых заданий в виде задач, тестов и устных вопросов.

На лекциях рекомендуется деятельность студента в форме активного слушания, т.е. предполагается возможность задавать вопросы на уточнение понимания темы и рекомендуется конспектирование лекции. На семинарских занятиях деятельность студента заключается в активном обсуждении задач, решенных другими студентами, решении задач самостоятельно, выполнении контрольных заданий. В случае, если студентом пропущено лекционное или семинарское занятие, он может освоить пропущенную тему самостоятельно с

опорой на план занятия, рекомендуемую литературу и консультативные рекомендации преподавателя.

В целом рекомендуется регулярно посещать занятия и выполнять текущие задания, что обеспечит достаточный уровень готовности к сдаче зачета.

## **11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.**

- Программное обеспечение для лекций: MS PowerPoint (MS PowerPoint Viewer), Adobe Acrobat Reader, средство просмотра изображений, табличный процессор.
- Программное обеспечение в компьютерный класс: MS PowerPoint (MS PowerPoint Viewer), Adobe Acrobat Reader, средство просмотра изображений, Интернет, E-mail.

## **12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

Лекционные и практические занятия проводятся в аудиториях факультета.

Технические средства обучения, используемые в учебном процессе для освоения дисциплины:

1. компьютерное оборудование, которое используется в ходе изложения лекционного материала;
2. пакет плакатов и графиков, используемых в ходе текущей работы, а также для промежуточного и итогового контроля;
3. электронная библиотека курса и Интернет-ресурсы – для самостоятельной работы.