

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

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Теория групп**

**Кафедра теоретической и вычислительной физики,**  
**физического факультета**

**Образовательная программа**

**03.03.02 Физика**

Профиль подготовки  
**фундаментальная физика**

Уровень высшего образования

**Бакалавриат**

Форма обучения

**очная**

Статус дисциплины: часть, формируемая участниками образовательных отношений. Модуль профильной направленности

Махачкала 2022

Рабочая программа дисциплины «Теория групп» составлена в 2022 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки 03.03.02 - «Физика» от «7» августа 2020г. № 891.

Разработчик: *кафедра теоретической и вычислительной физики Алисултанов З.З., д.ф.-м.н.*

**Рабочая программа дисциплины одобрена:** на заседании кафедры 21 марта 2022г., протокол №7.

Зав. кафедрой



Муртазаев А.К.

на заседании Методической комиссии физического факультета от «23» марта 2022г., протокол №7

Председатель



Мурлиева Ж.Х.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно- методическим управлением « 31» марта 2022г.

Начальник УМУ



Гасангаджиева А.Г

### Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Теория групп» входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы бакалавриата по направлению 03.03.02 - Физика.

Дисциплина реализуется на физическом факультете кафедрой теоретической и вычислительной физики.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных исследования физических систем, которые обладают симметрией. Отметим, что такие понятия, как периодичность, инвариантность непосредственно связаны с симметрией. А свойства симметрии определяют законы сохранения как классической, так и квантовой физики.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника:  
 общепрофессиональных - ОПК-1;  
 профессиональных - ПК-10, ПК-11.

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

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме: *текущий контроль в форме опросов, контрольной работы и коллоквиума и промежуточный контроль в форме экзамена.*

Объем дисциплины 2 зачетные единицы, в том числе в академических часах по видам учебных занятий – 72 часов.

Се мес тр	Учебные занятия							Форма промежут очной аттестаци и (зачет, дифферен цированн ый зачет, экзамен	
	в том числе								
	Все го	Контактная работа обучающихся с преподавателем					СРС, в том числ е экза мен		
		Всег о	из них						
	Лекц ии		Лаборато рные занятия	Практи ческие занятия	КСР	консуль тации			
7	72	68	34	-	34		-	4	зачет

## 1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Теория групп» является изучение на основе общей теории симметрии, применяемой почти во всех областях физики и в особенности в квантовой физике. Кроме того, целью является изложение не только теории симметрии, но и ее приложений к широкому кругу физических систем.

Необходимо формировать у студентов единую, стройную, логически непротиворечивую картину явлений, происходящих в природе и их связи с теорией симметрии.

Использование теоретико – групповых соображений, как основы единой интерпретации разных сторон электронной структуры кристаллов. Кроме того, необходимо научить студентов самостоятельно применять полученные теоретические знания для решения конкретных задач с последующим анализом и оценкой полученных результатов.

Задачи дисциплины:

- Показать необходимость применения методов теории групп при исследовании классических и квантовых систем.
- Рассмотреть основные представления теории групп и свойств групп.
- Показать важность принципа симметрии и на ее основе инвариантность уравнения движения.
- Показать, что основным стимулом развития теории групп для физиков является сознание того, что математики рассматривают ее абстрактно, а в физике приложения теории групп оказываются расчлененными по разным разделам.
- Применять приложения теории групп к широкому кругу физических задач.
- Показать роль симметрии в квантовой теории и физике элементарных частиц.
- Рассмотреть основные примеры проявления симметрии.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Дисциплина «Теория групп» входит в вариативную часть (по выбору) бакалавриата по направлению 03.03.02 - «Физика».

Для ее освоения необходимы знания таких дисциплин как высшая математика и курсы теоретической физики.

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения).

Код и наименование компетенции из ОПОП	Код и наименование индикатора достижения компетенций (в соответствии с ОПОП)	Планируемые результаты обучения	Процедура освоения
ОПК-1. Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности	ОПК-1.1. Выявляет и анализирует проблемы, возникающие в ходе профессиональной деятельности, основываясь на современной научной картине мира	<p><b>Знает:</b> физико-математический аппарат, необходимый для решения задач профессиональной деятельности - тенденции и перспективы развития современной физики, а также смежных областей науки и техники.</p> <p><b>Умеет:</b> выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, анализировать и обрабатывать соответствующую научно-техническую литературу с учетом зарубежного опыта.</p> <p><b>Владеет:</b> навыками находить и критически анализировать информацию, выявлять естественнонаучную сущность проблем.</p>	Письменный опрос

	ОПК-1.2. Реализует и совершенствует новые методы, идеи, подходы и алгоритмы решения теоретических и прикладных задач в области профессиональной деятельности.	<p><b>Знает:</b> основные понятия, идеи, методы, подходы и алгоритмы решения теоретических и прикладных задач физики;</p> <p>- новые методологические подходы к решению задач в области профессиональной деятельности.</p> <p><b>Умеет:</b> реализовать и совершенствовать новые методы, идеи, подходы и алгоритмы решения теоретических и прикладных задач в области профессиональной деятельности.</p> <p><b>Владеет:</b> навыками реализовать и совершенствовать новые методы, идеи, подходы и алгоритмы решения теоретических и прикладных задач в области профессиональной деятельности.</p>	
	ОПК-1.3. Проводит качественный и количественный анализ выбранного методов решения выявленной проблемы, при необходимости вносит необходимые коррективы.	<p><b>Знает:</b> основы качественного и количественного анализа методов решения выявленной проблемы.</p> <p><b>Умеет:</b> выбирать метод решения выявленной проблемы, проводить его качественный и количественный анализ, при необходимости вносить необходимые коррективы для достижения оптимального результата.</p> <p><b>Владеет:</b> - навыками проводить качественный и количественный анализ методов решения выявленной проблемы, оценивать эффективность выбранного метода.</p>	
ПК-10 Владеет методами теоретической физики в применении к профессиональным задачам.	ПК-10.1. Владеет специальными знаниями в области квантовой теории.	Знает: основные физические явления и основные принципы квантовой теории, границы их применения и применение принципов в важнейших практических	

		<p>приложениях; основные физические величины и константы теоретической физики, их определения, смысл, способы и единицы измерения; фундаментальные физические эксперименты в области исследования частиц и волн, и их роль в развитии науки. Умеет: объяснить основные наблюдаемые природные и техногенные явления, эффекты и точки зрения фундаментальных физических взаимодействий; указать какие законы описывают то или иное явление (эффект); интерпретировать смысл физических величин и понятий; использовать методы адекватного физического и математического моделирования и методы теоретического анализа к решению конкретных проблем. Владеет: навыками использования основных физических законов и принципов в практических приложениях; навыками применения основных методов теоретического анализа для решения естественнонаучных задач; анализом полученных экспериментальных результатов в исследовании процессов, происходящих в микромире, адекватное соответствие результатов той или иной теоретической модели.</p>	
	<p>ПК-10.2. Владеет специальными знаниями в области теоретической механики и</p>	<p>Знает: основные законы динамики материальной точки и системы материальных точек; основные законы</p>	

	<p>электродинамики</p>	<p>движения материальной точки относительно неинерциальных систем отсчета; колебания систем со многими степенями свободы и их основные характеристики; законы и принципы аналитической механики, электродинамики; движение материальной точки при больших скоростях; основные уравнения гидродинамики и электродинамики. Умеет: объяснить физические наблюдаемые природные и другие явления с помощью законов и методов теоретической механики и электродинамики; определить какие законы описывают данное явление или эффект; использовать методы абстракции, физического и математического моделирования для решения конкретных задач в области теоретической механики и электродинамики. Владеет: основными физическими законами и принципами использования теоретической механики и электродинамики в практических приложениях; методами использования основных методов теоретического анализа для решения естественно-научных задач; анализом полученных экспериментальных результатов в исследовании процессов, происходящих в микромире, адекватное соответствие результатов той или иной теоретической модели.</p>	
--	------------------------	--	--



	<p>ПК-10.3. Применяет методы математической физики для постановки и решения задач в профессиональной деятельности</p>	<p>Знает: теоретические основы, основные понятия, законы и модели линейных и нелинейных уравнений математической физики.          Умеет: понимать, излагать и критически анализировать базовую общефизическую информацию; пользоваться теоретическими основами, основными понятиями и моделями линейных и нелинейных уравнений математической физики.          Владеет: методами обработки и анализа экспериментальной и теоретической физической информации</p>	
	<p>ПК-10.4. Способен использовать основные методы теоретической физики.</p>	<p>Знает: основные этапы развития и возникновения теоретической физики, об ученых, внесших основной вклад в развитии теоретической физики; основные законы и методы теоретической физики; возможности применения этих законов и методов для освоения, изучения дисциплин, как квантовая механика, термодинамика, статфизика и т.д.; основные стандарты, формы, правила составления научной документации и их отдельные особенности.          Умеет: критически оценивать следствия тех или иных решений, открытий в теоретической физике, на дальнейший ход развития науки в целом; применять знания, полученные при изучении теоретической физики, для решения конкретных физических задач; разработать вариант решения различных задач</p>	

		смежных дисциплин на основе законов теоретической физики; написать статьи, доклады для выступления на различных форумах, заседаниях, семинарах. Владеет: возможностью применять методы теоретической физики, ход и историю развития теоретической физики для формирования общих взглядов на характер науки, научных исследований; типовыми методологиями, приемами, технологиями, применяемыми при написании, составлении обзоров проведенных научных исследований; существующими методами, законами теоретической физики, которые можно применить для решения задач в различных областях человеческой деятельности.	
ПК-11 Способен понимать теорию и методы исследования физики конденсированного состояния вещества	ПК-11.1. Базовые теоретические знания по физике конденсированного состояния из фундаментальных разделов общей и теоретической физики;	Знает: типы связей в конденсированных средах, классификацию веществ – металлы полупроводники и диэлектрики; связь структуры и свойств конденсированных сред; диаграммы состояния многоатомных материалов. Умеет: оценивать тип связи в конденсированных средах согласно их классификации – металлы полупроводники и диэлектрики; строить бинарные диаграммы состояния материалов. Владеет: знаниями об энергии взаимодействия между атомами для различных типов связей; знаниями по расшифровке диаграмм состояния многоатомных материалов.	
	ПК-11.2. Физические основы и природа кристаллических	Знает: принципы формирования структуры и элементы кристаллофизики:	

	<p>классов и пространственных групп.</p>	<p>типы кристаллических решеток; сингонии; плотность упаковки элементарных ячеек; виды дефектов в кристаллах; методы дифракционного анализа. Умеет: определять типы кристаллических решеток, 40 40 направления и плоскости решеток; определять элементы симметрии; плотность упаковки элементарных ячеек; расшифровывать результаты дифракционного анализа. Владеет: знаниями об идеальных и реальных структурах; методами определения направления и плоскости решеток, а так же элементов симметрии; методами оценки плотности упаковки элементарных ячеек; методами дифракционного анализа.</p>	
	<p>ПК-11.3. Современные представления о формировании физических свойств конденсированных сред.</p>	<p>Знает: формирование зарядовых возбуждений и их релаксацию; процессы формирования равновесных и транспортных свойств; температурные зависимости механических, электрических, тепловых, магнитных и оптических свойств конденсированных сред; связь структуры с механическими электрическими, тепловыми, магнитными и оптическими свойствами. Умеет: оценивать параметры зарядовых возбуждений и их релаксации при формировании транспортных свойств; интерпретировать температурные зависимости механических, электрических, тепловых, магнитных и оптических свойств конденсированных</p>	

		<p>сред. Владеет: методами оценки параметров температурных зависимостей механических, электрических, тепловых, магнитных и оптических свойств конденсированных сред по экспериментальным данным; методами теоретической оценки параметров механических, электрических, тепловых, магнитных и оптических свойств; процессов формирования равновесных и транспортных свойств; методами интерпретации связи структуры с механическими, электрическими, тепловыми, магнитными, и оптическими свойствами.</p>	
	<p>ПК-11.4. Особенности свойств в монокристаллических, керамических и нано материалах</p>	<p>Знает: физику отличительных особенностей формирования свойств в моно- и кристаллических, керамических и нано материалах. Умеет: получать монокристаллические, керамические и наноматериалы. Владеет: технологиями получения и исследования свойств монокристаллических, керамических и нано материалов</p>	

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

4.1. Объем дисциплины составляет 2 зачетные единицы - 72 академических часа.

#### 4.2. Структура дисциплины.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Самостоят. работа	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практич.	Лабораторные занятия	Контроль самост. раб.		
<b>Модуль 1. Основные понятия и примеры групп.</b>									
1.	Симметрия в физике.	7		4	4	-	-		опрос
2.	Группы и их свойства.			4	4	-	-	1	опрос
3.	Линейная алгебра и векторное пространство.			5	5	-	-	1	опрос
4.	Представления групп			4	4	-	-		опрос
<b>Итого по модулю 1</b>				17	17	-	-	2	коллоквиум
<b>Модуль 2. Симметрия в квантовой механике и теории кристаллов.</b>									
1.	Основные понятия квантовой теории.	7		6	4	-	-	1	опрос
2.	Симметрия к квантовой системе.			4	4	-	-	1	опрос
3.	Правила отбора.			3	6	-	-		опрос
4.	Расщепление уровней энергии в кристаллическом поле.			4	3	-	-		опрос
<b>Итого по модулю 2</b>				17	17	-	-	2	контрольная работа
<b>Модуль 3. Подготовка к экзамену.</b>		7		36	-	-	-	-	

<b>ИТОГО</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	-	-	<b>4</b>	
--------------	-----------	-----------	---	---	----------	--

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

#### 4.3.1. Содержание лекционных занятий по дисциплине.

##### *Модуль 1. Основные понятия и примеры групп.*

Свойства симметрии физических систем. Определение группы. Примеры групп. Линейные операторы. Линейные векторные пространства. Представление групп. Приводимые и неприводимые представления. Характеры представлений.

##### *Модуль 2. Симметрия в квантовой механике и теории кристаллов.*

Симметрия к квантовой системе. Законы сохранения. Молекулярные колебания. Представление группы симметрии уравнения Шредингера. Гармоническое приближение и квантовомеханическое решение. Атом водорода. Кристаллографические точечные группы.

#### 4.3.2. Содержание практических занятий по дисциплине.

Название темы	Содержание темы	Объем в часах
<b>Модуль 1. Свойства симметрии физических систем.</b>		
Свойства симметрии физических систем.	Роль симметрии в физике. Примеры проявления симметрии. Поиски симметрии в физике элементарных частиц.	7
Примеры групп.	Группа перестановок. Группа вращений. Точечные группы. Группа трансляций.	4
Представления групп.	Представление группы трансляций. Леммы Шура. Приводимые и неприводимые характеры представлений.	6
<b>Модуль 3. Симметрия в квантовой механике и теории кристаллов.</b>		
Симметрия в квантовой системе. Фазовые переходы.	Представление группы симметрии уравнения Шредингера. Гармоническое приближение и квантовомеханическое решение. Фазовые переходы второго рода. Метод расчета возможных изменений симметрии кристалла.	8

Кристаллические точечные группы. Группы вращений. Изоспин и группа $SU_2$ .	Операции точечных групп и обозначения. Неприводимые представления точечных групп. Расщепление уровней в кристаллическом поле. Приложение группы $R_3$ к структуре атома. Вращательная инвариантность и следствия. Изоспин в ядрах. Изоспин элементарных частиц. Изоспиновая симметрия.	9
---	--	---

## 5. Образовательные технологии

В течение семестра студенты посещают лекции, проводятся контрольные работы и коллоквиум. В конце семестра выставляется зачет после выполнения контрольных работ и самостоятельной работы. При проведении занятий используются в основном традиционный метод чтения лекций с подробным выводом основных математических выражений. Некоторые лекции читаются, используя мультимедийные технологии с интерактивной доски. Обучающие и контрольные модули внедрены в учебный процесс и размещены на образовательном сервере ДГУ, к которому имеется свободный доступ.

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

### Самостоятельная работа студентов:

- проработка учебного материала, используя конспекты лекций и другие источники;
- написание рефератов;
- работа с тестами и вопросами для самопроверки;
- изучение дополнительного материала для самостоятельной работы.

<b>Разделы и темы для самостоятельного изучения</b>	<b>Виды и содержание самостоятельной работы</b>
Введение. Основные представления теории групп.	Примеры проявления симметрии в физике. Роль симметрии.
Группы и их свойства.	Примеры групп. Изоморфизм. Прямое произведение групп. Сопряженные элементы и классы.

Векторное пространство.	Примеры линейных векторных пространств. Унитарный оператор. Эрмитов оператор.
Представления групп.	Различные представления в квантовой теории. Свойства ортогональности неприводимых представлений. Характеры представлений.
Произведение двух представлений.	Прямое произведение представлений. Разложение неприводимого представления. Проекционные операторы.
Симметрия в квантовой механике.	Основные понятия квантовой теории. Вырождение и классификация по симметрии. Теория групп и вариационный принцип.
Молекулярное колебания.	Гармоническое приближение и его классическое и квантовое решение. Волновые функции и колебательные уровни энергии.
Группы вращений.	Инфинитезимальные операторы. Группа $R_2$ . Группа $R_3$ . Комплексно-сопряженное представление.
Точечные группы и их применение.	Перечисление точечных групп. Кристаллографические точечные группы. Расщепление уровней атомов в поле кристалла.
Применения группы $SU_3$ к элементарным частицам.	Гиперзаряд. Барионный заряд. Классификация адронов по $SU_3$ – мультиплетам. Формула расщепления масс.

Результаты самостоятельной работы учитываются при аттестации бакалавра (экзамен). 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. Типовые контрольные задания.**

1. Предмет теории групп. Основные понятия и представления.
2. Симметрия в физике.
3. Изоморфизм и гомоморфизм.
4. Линейные векторные пространства.
5. Примеры групп. Определения.
6. Приводимые и неприводимые представления групп.
7. Прямое произведение представлений.
8. Вариационный принцип в теории групп.
9. Примеры групп вращений.
10. Применение теории групп в кристаллографии.
11. Классификация адронов по мультиплетам.
12. Представление группы симметрии уравнений квантовой механики.
13. Характер представлений.
14. Приложение теории групп к фазовым переходам 2-го рода.
15. Звук в кристаллах.
16. Электронные уровни в кристаллах.
17. Евклидова группа.

### **Перечень вопросов к экзамену.**

1. Свойства симметрии физических систем.
2. Определение группы и основные понятия.
3. Простейшие примеры групп.
4. Изоморфизм и гомоморфизм групп.
5. Группы перестановок, вращений.
6. Точечная группа.
7. Группы трансляций.
8. Симметрия кристаллов.
9. Теория представления групп.
10. Представление группы симметрии уравнения Шредингера.
11. Приводимые и неприводимые представления.
12. Леммы Шуры.
13. Характеры представлений групп.
14. Гармоническое приближение: классическое и квантовое решения.
15. Группы  $R_2$  и  $R_3$ .
16. Кристаллографические точечные группы.
17. Группа  $SU_3$  и ее применения.

18. Изоспин в ядрах.
19. Изоспин и элементарные частицы.
20. Классификация адронов по  $SU_3$  – мультиплетам.
21. Расщепление атомных уровней в кристаллическом поле.
22. Барионный заряд.

**Тематика контрольных работ.**

1. Симметрия в физической науке.
2. Теория представлений групп.
3. Приложения теории групп в физике ядра и элементарных частиц.

**7.3. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и 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.

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

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

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

***а) основная литература:***

1. Курош А.Г. Теория групп. Изд-во: Книга по Требованию, (изд-е 3), 2012.
2. Наймарк М.А. Теория представлений групп. Изд-во: Физматлит  
Серия: Классика и современность, 2010.

3. Любарский Т.Я. Теория групп и ее применение в физике: Курс лекций для физиков-теоретиков. Изд-во Ленанд, 2016.
4. Любарский Т.Я. Теория групп и физика. Изд-во Ленанд Серия: Проблемы науки и технического прогресса 2014.

**б) дополнительная литература:**

1. Каргаполов М.И., Мерзляков Ю.И. Основы теории групп. М.: Наука, 1982.
2. Е. Вигнер, Теория групп и ее приложения к квантовомеханической теории атомных спектров, Издательство - ИО НФМИ, 2000;
3. Румер Ю. Б., Фет А. И. Теория групп и квантованные поля. Изд-во: Либроком, Серия: Физико-математическое наследие: физика (математическая физика), 2013;
4. Чеботарев Н.Г., Теория групп Ли. Изд-во: Либроком, Серия: Физико-математическое наследие. Математика (алгебра), 2015;
5. Хамермеш М. Теория групп и ее применение к физическим проблемам. Пер. с англ. Изд-во Ленанд, Физико-математическое наследие: физика (математическая физика), 2016.
6. Громов М. Гиперболические группы. М.: ИКИ, 2002.
7. Богопольский О.В. Введение в теорию групп. М.: ИКИ, 2002.
8. Алисултанов З.З., Мейланов Р.П., Мусаев Г.М. Основы теории групп. Учебно-методическое пособие, изд-во: ДГУ, 2015.

**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. <http://public.web.cern.ch/public/en/LMC/LMC-en.html> - сайт LMC (TheLange)

Hadron Collider) – Большой Адронный Коллайдер. (08.12.2014)

11. <http://nobelprize.org/nobelprizes/physics/laureates/> - сайт комитета по присвоению Нобелевских премий по физике (08.12.2014)

## **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.

Самостоятельная работа студентов включает:

- проработка учебного материала, используя конспекты лекций, учебной и научной литературы;
- написание рефератов;
- работа с тестовыми заданиями и вопросами для самопроверки;
- решение задач;

Оптимальным путем освоения дисциплины является посещение всех лекций, 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. В случае, если студентом пропущено лекционное 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.

Также по данной дисциплине подготовлен электронный курс лекций, который будет в скором времени размещен на сайте ДГУ.

## **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.