



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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Теория групп

Кафедра теоретической и математической физики, физического факультета

Образовательная программа

03.03.02 Физика

Профиль подготовки

фундаментальная физика

Уровень высшего образования

Бакалавриат

Форма обучения

очная

Статус дисциплины: обязательная

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.

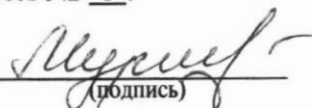
Зав. кафедрой


(подпись)

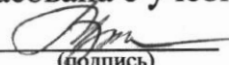
Мусаев Г.М.

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 (перечень планируемых результатов обучения).....	6
4. Объем, структура и содержание дисциплины.....	7
4.1. Объем дисциплины.....	7
4.2. Структура дисциплины.	7
4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).	8
5. Образовательные технологии	9
6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.....	9
7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.....	11
7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.	11
7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания.	12
7.3. Типовые контрольные задания.....	13
8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.	16
9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.	17
10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	17
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.	18
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.	18

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Теория групп» входит в вариативную часть образовательной программы бакалавриата по направлению 03.03.02 - «Физика» и является обязательной для изучения.

Дисциплина реализуется на физическом факультете кафедрой теоретической и математической физики.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с исследованиями 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:

- общефессиональных - ОПК-1;
- профессиональных - ПК-1, ПК-4;

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 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			
7	144	18	-	30	-	-	60	экзамен

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 ООП 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).

Компетенции	Формулировка компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)
ОПК-1	Способность использовать в профессиональной деятельности базовые естественнонаучные знания о предмете и объектах и методах исследования, достижениях и ограничениях естественных наук.	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Современные концепции и основные достижения в высшей математике и теоретической физике; • Необходимость применения методов теории групп в различных областях теоретического исследования различных структур; • О тех проблемах, которые не решаются при изучении фундаментальных проблем. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Применять на практике полученные теоретические знания.
ПК-1	способность использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин.	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Основные разделы общей и теоретической физики, необходимые для успешного прохождения дисциплины «теория групп»; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Применить принципы симметрии в квантовой и классической механике в вопросах физики ядра и элементарных частиц.
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"> • Основные представления и принципы теории групп. • О возможности применения результатов исследования в области теории групп при решении практических задач в различных областях физической науки. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Использовать результаты изучения методов теории групп в физике твердого тела и квантовой механики.

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	
Модуль 1. Основные понятия и примеры групп.							
1.	Симметрия в физике.	7	5	1	1	3	опрос
2.	Группы и их свойства.		11	2	3	6	опрос
3.	Линейная алгебра и векторное пространство.		6	1	2	3	опрос
4.	Представления групп		14	2	4	8	опрос
Итого по модулю 1			36	6	10	20	коллоквиум
Модуль 2. Симметрия в квантовой механике и теории кристаллов.							
1.	Основные понятия квантовой теории.	7	7	1	2	4	опрос
2.	Симметрия к квантовой системе.		7	1	2	4	опрос
3.	Правила отбора.		11	2	3	6	опрос
4.	Расщепление уровней энергии в кристаллическом поле.		11	2	3	6	опрос
Итого по модулю 2			36	6	10	20	контрольная работа
Модуль 3. Физические приложения теории групп.							
1.	Приложение и структура атома группы R_3	7	8	2	2	4	опрос
2.	Фазовые переходы.		7	1	2	4	опрос
3.	Группа SU_3 и ее приложения.		10	2	2	6	опрос
4.	Изоспин и группа SU_2 .		11	1	4	6	опрос
Итого по модулю 3			36	6	10	20	экзамен

Модуль 4. Подготовка к экзамену.	7	36				
ИТОГО		144	18	30	60	

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

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.

Модуль 3. Физические приложения теории групп.

Группы вращений R_2 и R_3 . Угловой момент и группа R_3 . Фазовые переходы. Электронные уровни в кристалле. Изоспин и изогруппа SU_3 . Барионный заряд. Гиперзаряд.

Наименование тем и содержание практических занятий.

Название темы	Содержание темы	Объем в часах
Модуль 1. Свойства симметрии физических систем.		
Свойства симметрии физических систем.	Роль симметрии в физике. Примеры проявления симметрии. Поиски симметрии в физике элементарных частиц.	2
Примеры групп.	Группа перестановок. Группа вращений. Точечные группы. Группа трансляций.	4
Представления групп.	Представление группы трансляций. Леммы Шура. Приводимые и неприводимые характеры представлений.	4
Модуль 3. Симметрия в квантовой механике и теории кристаллов.		
Симметрия в квантовой системе.	Представление группы симметрии уравнения Шредингера. Гармоническое приближение и квантовомеханическое решение	4
Кристаллические точечные группы.	Операции точечных групп и обозначения. Неприводимые представления точечных групп. Расщепление уровней в кристаллическом поле.	4
Модуль 3. Физические применения теории групп.		

Группы вращений.	Приложение группы R_3 к структуре атома. Вращательная инвариантность и следствия.	2
Фазовые переходы.	Фазовые переходы второго рода. Метод расчета возможных изменений симметрии кристалла.	4
Изоспин и группа SU_2 .	Изоспин в ядрах. Изоспин элементарных частиц. Изоспиновая симметрия.	2
Группа SU_3 .	Гиперзаряд и барионный заряд. Группа и подгруппа SU_3 . Неприводимые представления группы SU_3 .	4

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.

Разделы и темы для самостоятельного изучения	Виды и содержание самостоятельной работы
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.
Молекулярные 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. 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
ОПК-1	Знать: <ul style="list-style-type: none"> • Основные проблемы современной теоретической физики, в том числе теории групп, которые необходимы для получения знаний по фундаментальной теории.; Уметь: <ul style="list-style-type: none"> • Показать необходимость использования теории групп при решении различных задач теоретической физики. 	Устный опрос
ПК-1	Знать: <ul style="list-style-type: none"> • Что специализированные знания в области физики необходимы для успешного изучения вопросов теории групп и других профильных дисциплин. Владеть: <ul style="list-style-type: none"> • Методами аналитического расчета квантовомеханических задач. 	Устный опрос, Контрольная работа
ПК-4	Знать: <ul style="list-style-type: none"> • Основные представления теории элементарных частиц. • Элементы кристаллографии. Владеть: <ul style="list-style-type: none"> • Навыками использования квантовых представлений в теории групп. 	Коллоквиум

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

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»

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Представление о базовых естественнонаучных знаниях.	Ознакомлен с основными представлениям и квантовой и классической физики.	Показывает определенные знания естественнонаучных проблем современной физики.	Показывает четкие определения основных понятий, законов и закономерностей естественных наук и способен применять их на практике.

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 специализированных знаниях в области физики для освоения профильных дисциплин.	Ознакомлен с необходимыми знаниями в области математики и физики для освоения профильных дисциплин.	Показывает знания основных вопросов математики и теоретической физики, необходимых для освоения профильных дисциплин.	Демонстрирует логически верное и аргументированное объяснение проблем, необходимых для освоения профильных дисциплин.

ПК-4

Схема оценки уровня формирования компетенции «способность 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 об основных вопросах общей теории групп и ее приложениях, необходимых при прохождении практических занятий.	Ознакомлен с вопросами теории, необходимыми для решения практических задач.	Владеет знаниями необходимыми для решения практических задач по теории групп.	Имеет навыки применения теоретических представлений для решения конкретных задач по теории групп.

Если хотя бы одна из компетенций не сформулирована, то положительной оценки по дисциплине быть не может.

7.3. Типовые контрольные задания.

7.3.1. Перечень примерных контрольных вопросов для самостоятельной работы.

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.

7.3.2. 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.

7.3.3. Тематика контрольных работ.

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

7.4. 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.

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»-бальную 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. Вигнер Е., Теория групп и ее приложения. Изд-во: Москва, 1961.
2. Курош А.Г. Теория групп. Изд-во: Книга по Требованию, (изд-е 3), 2012.
3. Наймарк М.А. Теория представлений групп. Изд-во: Физматлит
Серия: Классика и современность, 2010.
4. Любарский Т.Я. Т Теория групп и ее применение в физике: Курс лекций для физиков-теоретиков. Изд-во Ленанд, 2016.
5. Любарский Т.Я. Теория групп и физика. Изд-во Ленанд Серия: Проблемы науки и технического прогресса 2014.
6. Элиот Дж., Добер П. Симметрия в физике. М.: Мир, 1983. Т.1,2.

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, включая научные обзоры журнала Успехи физических наук 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 (The Large 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.