



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

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Физика фундаментальных взаимодействий**

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.

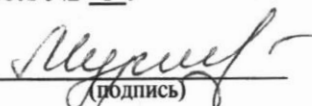
Зав. кафедрой

  
(подпись)

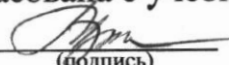
Мусаев Г.М.

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).....	5
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 .....	8
6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.....	9
7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.....	10
7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. ....	10
7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания. ....	11
7.3. Типовые контрольные задания.....	12
8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины. ....	17
9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины. ....	18
10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	19
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем. ....	20
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине. ....	20

## Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Физика фундаментальных взаимодействий» 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 изучением взаимодействия полей и частиц. Рассматриваются все виды взаимодействия.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника:

- общекультурных - ОК-7;
- общепрофессиональных - ОПК-1, ОПК-3;
- профессиональных - ПК-1, ПК-4;

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: лекции и 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 2 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			
8	72	45	-	-	-	-	27	зачет

## 1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Физика фундаментальных взаимодействий» является освоение студентами современного состояния физики элементарных частиц и полей и их фундаментальных взаимодействий.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина «Физика фундаментальных взаимодействий» входит в вариативную часть образовательной программы бакалавриата по направлению 03.03.02 - «Физика» и является обязательной для изучения. Является основополагающей вместе с такими дисциплинами как: уравнения математической физики, квантовая теория, статистическая физика и дисциплины общей физики. Курс посвящен проблемам процессов, происходящих как в классических, так и в квантовых системах. Освоения дисциплины «Физика фундаментальных взаимодействий» необходимо для специалистов в области физики высоких энергий, а также в области четырех видов взаимодействий.

## 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)
ОК-7	способность к самоорганизации и самообразованию.	Знать: <ul style="list-style-type: none"><li>• необходимость самоорганизации в любой области деятельности и получать систематические знания из первоисточников, посвященных основным вопросам истории и культуры.</li></ul> Уметь: <ul style="list-style-type: none"><li>• заниматься самообразованием, используя различные источники для самостоятельной работы.</li></ul>

ОПК-1	<p>способность использовать в профессиональной деятельности базовые естественнонаучные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• предмет изучения физики фундаментальных взаимодействий и объекты изучения;</li> <li>• методы исследования фундаментальных взаимодействий;</li> <li>• основные достижения в области исследования и тенденции развития физики фундаментальных взаимодействий.</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• использовать основные закономерности физики фундаментальных взаимодействий при решении практических задач;</li> <li>• оценивать возможности применения идей фундаментальных взаимодействий в других областях науки.</li> </ul>
ОПК-3	<p>способность использовать базовые знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач.</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• основные закономерности фундаментальных взаимодействий.</li> </ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками применения закономерностей сильных и слабых взаимодействий в изучении квантовой теории поля и электродинамики.</li> </ul>
ПК-1	<p>способность использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин.</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• программу курса «теоретической и математической физики», по которой проходят подготовку по направлению «физика»;</li> <li>• основные вопросы общей и теоретической физики, необходимые для успешного прохождения дисциплины «Физика фундаментальных взаимодействий».</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• использовать отдельные разделы квантовой теории поля, необходимые для успешного прохождения данного курса.</li> </ul>

ПК-4	<p>способность применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профессиональных физических дисциплин.</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• способы и методы решения задач физики фундаментальных взаимодействий.</li> <li>• явления, которые изучаются предметом «Физика фундаментальных взаимодействий».</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• решать конкретные задачи, связанные с фундаментальными взаимодействиями в природе, используя современные методы решения.</li> </ul>
------	---	---

#### 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	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. Частицы и поля.</b>							
1.	Частицы и их свойства. Законы сохранения.	8	6	2		4	опрос
2.	Свободные классические поля. Лагранжиан.		6	4		2	опрос
3.	Простейшие поля. Калибровочная инвариантность.		6	4		2	опрос
4.	Уравнение и матрица Дирака.		8	4		4	опрос
5.	Лептоны и кварки.		4	2		2	опрос

6	Квантование свободных полей		6	4		2	опрос
<b>Итого по модулю 1</b>			36	20		16	коллоквиум
<b>Модуль 2. Взаимодействие полей.</b>							
1.	Симметрия и инвариантность.	8	6	4		2	опрос
2.	Спонтанное нарушение симметрии.		6	4		2	опрос
3.	Слабое взаимодействие.		6	4		2	опрос
4.	Сильное взаимодействие.		6	4		2	опрос
5.	Взаимодействие частиц.		6	4		2	опрос
6.	Стандартная модель.		6	5		1	опрос
<b>Итого по модулю 2</b>			36	25		11	зачет
<b>ИТОГО</b>			<b>72</b>	<b>45</b>		<b>27</b>	

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

##### **Модуль 1. Частицы и поля.**

Основные свойства частиц. Законы сохранения. Представление группы Лоренца. Свободные классические поля. Иерархия частиц. Физический вакуум. Лептоны и кварки. Лептонный заряд. Кварковая структура адронов. Таблица кварков. Квантование полей. Скалярное поле. Лагранжиан. Калибровочная инвариантность. Квантование поля Дирака.

##### **Модуль 2. Взаимодействие полей.**

Симметрия и инвариантность. Теорема Нетер. Симметрия пространства-времени. Группа Лоренца и Пуанкаре. Внутренняя симметрия частиц. СРТ – теорема. Комплексное скалярное поле. Глобальная симметрия. Механизм Хиггса и масса частиц. Масса фермионов. Энергия вакуума. Слабое взаимодействие. Полевая теория слабого взаимодействия. Нарушение четности. Электрослабое взаимодействие. Сильное взаимодействие. Квантовая хромодинамика. Свойства цветовых сил. Квантовые числа мезонов и барионов. Распады и кварковые переходы.

## 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 которым 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>
Частицы и их свойства. Законы сохранения.	Классификация частиц на разных этапах исследований. Какие физические свойства и величины измеряются на ускорителях. Концепция близкодействия. Законы сохранения, приведшие к гипотезе существования нейтрино. Отличия лептонов и адронов (кварков). Квантование числа лептонов и кварков. Спиральность частиц. Дискретное преобразование симметрии. Сушность СРТ – симметрии. Калибровочная инвариантность. Локальная и глобальная симметрия. Скалярное поле. Иерархия частиц. Физический вакуум. Внутренняя симметрия
Взаимодействие полей.	Классификация адронов от Ферми до концепции кварков. Симметрия между кварками и адронами. Нобелевские премии по физике элементарных частиц и основные идеи. Основные характеристики цветового взаимодействия. Группы Лоренца и пуанкаре. Механизм Хиггса и масса частиц. Основные характеристики слабого взаимодействия. Особенности сильного взаимодействия. Квантовые числа элементарных частиц. Кварковые переходы. Цветовое взаимодействие. Глюоны. Сушность Стандартной модели. Глубоко неупругие процессы и их объяснение.

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.

<b>Компетенция</b>	<b>Знания, умения, навыки</b>	<b>Процедура освоения</b>
ОК-7	Знать: <ul style="list-style-type: none"> <li>• необходимость самоорганизации и получать знания из первоисточников, посвященных не только вопросам физики фундаментальных взаимодействий, но и вопросам культуры, истории и т.д.;</li> </ul>	Устный опрос,
ОПК-1	Знать: <ul style="list-style-type: none"> <li>• предмет изучения физики фундаментальных взаимодействий и его основные этапы развития;</li> <li>• методы исследования фундаментальных взаимодействий (современные).</li> </ul> Уметь: <ul style="list-style-type: none"> <li>• анализировать возможность применения законов фундаментальных взаимодействий в других областях теоретической физики.</li> </ul>	Устный опрос
ОПК-3	Знать: <ul style="list-style-type: none"> <li>• основные закономерности слабых и сильных взаимодействий в квантовой теории поля.</li> </ul>	Устный опрос
ПК-1	Знать: <ul style="list-style-type: none"> <li>• основные законы и уравнения квантовой механики и в особенности квантовой теории поля.</li> </ul> Уметь: <ul style="list-style-type: none"> <li>• использовать основные разделы методов математической физики и квантовой теории.</li> </ul>	Устный опрос
ПК-4	Знать: <ul style="list-style-type: none"> <li>• основные явления в физике фундаментальных взаимодействий.</li> </ul> Уметь: <ul style="list-style-type: none"> <li>• различать фундаментальные взаимодействия, имеющие место в природе.</li> </ul>	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 знаниях таких как фундаментальная физика, высшая математика, астрофизика и физика элементарных частиц.	Ознакомлен с наиболее важными вопросами естественных наук и умеет их применить для успешного прохождения данного курса.	Знает основные методы исследования и достижения в области фундаментальных взаимодействий.	Владеет методами исследования различных параметров систем, которые изучаются в физике атомного ядра и частиц. Хорошо представляет достижения и ограничения наук о природе и космоса.

### ОПК-3

Схема оценки уровня формирования компетенции «способность использовать базовые знания физики фундаментальных взаимодействий, как основополагающие знания фундаментальной физики для решения профессиональных задач»

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Представление о базовых знаниях, необходимых для решения профессиональных задач.	Ознакомлен с базовыми знаниями основных разделов теоретической физики для освоения дисциплины «Физика фундаментальных взаимодействий»	Знает вопросы фундаментальной физики, используемые при решении конкретных задач фундаментальных взаимодействий.	Может использовать знания фундаментальных разделов квантовой статистики и релятивистской теории для решения задач фундаментальных взаимодействий.

## 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 общей теорией и методами исследования физики фундаментальных взаимодействий, необходимых для практической деятельности физика.	Знает как использовать на практике теоретические знания физики фундаментальных взаимодействий для решения задач.	Умеет использовать на практике знания, полученные при прохождении курсов общетеоретической физики и физики ядра.

Если хотя бы одна из компетенций не сформулирована, то положительная оценка по дисциплине быть не может

### 7.3. Типовые контрольные задания.

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

1. Предмет физики фундаментальных взаимодействий.
2. Какие существовали классификации частиц на разных этапах исследований?
3. Какие типы ускорителей существуют?
4. Значение физики космических лучей для исследования элементарных частиц.
5. Частицы и античастицы.
6. Переход от физики частиц к физике полей.
7. Диаграммы Фейнмана и их роль.
8. Законы сохранения, приведшие к гипотезе существования нейтрино.
9. В чем заключается отличия лептонов и адронов?
10. Физический смысл квантовых чисел кварков и лептонов.
11. Спиральность частиц.
12. Связь между пространственной и внутренней четностью.
13. Понятие калибровочного преобразования в квантовой теории.

14. Калибровочная инвариантность внутренних пространств.
15. Принцип нарушения симметрии.
16. В чем заключается полевая теория слабого взаимодействия?
17. Понятие нейтрального тока.
18. Кварковые составляющие адронного тока.
19. Теория Юкавы (сущность).
20. Понятие SU(3) - симметрии.
21. Цвет адрона.
22. Могут ли глюоны образовать связанное состояние.
23. Цветовое взаимодействие и его анизотропия.
24. Релятивистская теория Дирака.
25. Изоспин.
26. Барионный заряд.

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

1. В гравитационном взаимодействии участвуют:
 

а) Все элементарные частицы, кроме фотона.	в) Заряженные частицы.
б) Все элементарные частицы.	г) Адроны.
  
2. Радиус действия гравитационного взаимодействия составляет в метрах:
 

а) $10^{-13}$ .	б) $10^{-15}$ .	в) $10^{-17}$ .	г) $\infty$ .
-----------------	-----------------	-----------------	---------------
  
3. В электромагнитном взаимодействии участвуют:
 

а) Заряженные частицы.	в) Все элементарные частицы.
б) Адроны.	г) Среди ответов нет правильного.
  
4. Когда и кем был открыт электрон как частица?
  - а) 1897 г., опыты Томсона с газоразрядной трубкой.
  - б) 1913 г., опыты Манделъштама и Папалекси.
  - в) 1833 г., опыты Фарадея по электролизу.
  - г) 1910 – 1914 гг., опыты Милликена по установлению дискретности заряда.
  - д) Среди ответов нет правильного.
  
5. Радиус действия электромагнитного взаимодействия составляет в метрах:
 

а) $10^{-13}$ .	б) $10^{-15}$ .	в) $10^{-17}$ .	г) $\infty$ .
-----------------	-----------------	-----------------	---------------
  
6. Радиус действия слабого взаимодействия составляет в метрах:
 

а) $10^{-17}$ .	б) $10^{20}$ .	в) $10^{-12}$ .	г) $\infty$ .
-----------------	----------------	-----------------	---------------



- б) одинаковое направление спина и импульса;
- в) изотопического спина.

17. Лептоны не участвуют в:

- а) гравитационном взаимодействии;
- б) сильном взаимодействии;
- в) слабом взаимодействии.

18. Калибровочные бозоны имеют:

- а) полуцелый спин;
- б) целый изоспин;
- в) целый спин.

19. Странность сохраняется:

- а) в слабых взаимодействиях;
- б) в сильных взаимодействиях;
- в) в электромагнитных взаимодействиях.

20. Изотопический мультиплет это:

- а) серия спектральных линий;
- б) набор изотопов ядер;
- в) набор частиц с одинаковым изоспином.

#### **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»-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. Окунь Л.Б. Элементарное введение в физику элементарных частиц. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 128 с.  
([http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=2274](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2274)) Дата обращения 11.06.2014
2. Мухин К.Н. Экспериментальная ядерная физика, в трех томах, изд. «Лань», 2008. ([http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=280](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=280)) Дата обращения 11.06.2014
3. Мухин К.Н. Экспериментальная ядерная физика. В 3 т. [Текст]: учебник. Т. 3. Физика элементарных частиц / К. Н. Мухин. - 6-е изд., испр. и доп. - СПб.: Лань, 2008. - 412 с.
4. Капитонов И. М. Введение в физику ядра и частиц [Текст] : учеб. пособие / И. М. Капи-тонов. - 3-е изд., испр. и доп. - М.: УРСС, 2006. - 327 с."

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

1. Мухин К.Н., Тихонов В.Н. Старая и новая экзотика в мире элементарных частиц // УФМ. 2001. Т. 171, № 11. С. 1202-1250.
2. Мухин, Константин Никифорович. Экспериментальная ядерная физика. В 3 т. учебник. Т.
3. 3. Физика элементарных частиц - СПб. : Лань, 2008. - 412 с.
4. Окунь Л.Б. Лептоны и кварки. №-е изд. М.: УРСС, 2002. – 345 с.
5. Гаврилов С.П., Гороховатский Ю.А. Физика элементарных частиц. С.-Петербург. Изд. РГПТУ им. А.И. Герцена, 2009. – 118 с.
6. Ишханов Б.С. Кэбин Э.И. Физика ядра и частиц, XX век. М.: 2003
7. Кейн Гордон. Современная физика элементарных частиц. М.: Мир. 1990.
8. Райдер Л. Элементарные частицы и симметрии. М.: «Наука», ФМЛ. – 1983.

### ***в) статьи в журналах***

1. Окунь Л.Б. Современное состояние физики элементарных частиц // УФМ. 1998. Т. 168, № 6. С. 625-629.
2. Рубаков В.А. Физика частиц и космология: состояние и надежды // УФМ. 1999. Т. 169, № 12. С. 1299-1309.
3. Бетшини А. Физика за пределами стандартной модели // УФМ. 2001. Т. 171, № 9. С. 977-1003.
4. Девис мл. Р. Полвека с солнечным нейтрино // УФМ. 2004. Т. 174, № 4. С. 408-417.

5. Кошиба М. Рождение нейтринной астрофизики // УФМ. 2004. Т. 174, № 4. С. 418-426.
6. Биленький С.М. Массы, смешивание и осцилляции нейтрино // УФМ. 2003. Т. 173, № 11. С. 1171-1185.
7. Гросс Д. Дж. Открытие асимптотической свободы и появление КХД // УФМ. 2005. Т. 175, № 12. С. 1306-1318.
8. Вильчек Ф.А. Асимптотическая свобода: от парадоксов к парадигмам // УФМ. 2005. Т. 175, № 12. С. 1325-1337.
9. Рябов В.А., Царев В.А., Ухоробов А.М. Поиски частиц темной материи // УФМ. 2008. Т. 178, № 11. С. 1129-1164

## **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 (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.