



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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Квантовая хромодинамика

Кафедра теоретической и математической физики, физического факультета

Образовательная программа

03.04.02 Физика

Профиль подготовки

Теоретическая и математическая физика

Уровень высшего образования

Магистратура

Форма обучения

очная

Статус дисциплины: вариативная по выбору

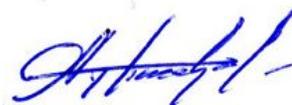
Махачкала 2020

Рабочая программа дисциплины составлена в 2020 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.04.02 – «Физика» (уровень магистратуры) от «28» августа 2015г. № 913 .

Разработчик: кафедра общей и теоретической физики,
Муртазаев Акай Курбанович, д.ф.-м.н., профессор

Рабочая программа дисциплины одобрена:
на заседании кафедры теоретической и математической физики от «21»
января 2020г., протокол №5

Зав. кафедрой



Муртазаев А.К.

на заседании Методической комиссии физического факультета от «28» февраля
2020г., протокол №6

Председатель



Мурлиева Ж.Х.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-
методическим управлением «26» марта 2020г.

Начальник УМУ



Гасангаджиева А.Г

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Квантовая хромодинамика» входит в вариативную часть по выбору образовательной программы магистратуры по направлению 03.04.02 – «Физика» (профиль – Теоретическая и математическая физика).

Дисциплина реализуется на физическом факультете кафедрой общей и теоретической физики.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением общих методов теории калибровочных полей, и вопросов связанных с протеканием процессов как на атомном так и на уровне элементарных частиц.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: общекультурных – ОК-3;
 общепрофессиональных – ОПК-6;
 профессиональных – ПК-2, ПК-3.

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, коллоквиума и промежуточный контроль в форме зачет.

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, дифференцированный зачет, экзамен)
	в том числе								
	Всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем					консультации		
		Всего	из них						
Лекции			Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР				
2	72	18	8		10	-	-	54	Зачет

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Квантовая хромодинамика» являются дать представление об адронной структуре вещества, неабелевых калибровочных полях и аномалиях в теории возмущения.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП магистратуры

Дисциплина входит в вариативную часть по выбору образовательной программы магистратуры по направлению 03.04.02– «Физика» (профиль – Теоретическая и математическая физика). Для освоения дисциплины необходимы знания дисциплин: математический анализ, аналитическая геометрия, дифференциальные уравнения, дифференциальная геометрия и топология, электродинамика и квантовая теория. Освоение дисциплины позволит в дальнейшем изучать курсы естественнонаучного цикла, спецкурсы по выбору магистра.

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-3	готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none">• основные термины и понятия в квантовой хромодинамике;• цели и задачи квантовой хромодинамики;• области применения дисциплины. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none">• применять полученные знания для решения тех задач, которые рассматривались при изучении дисциплины;• использовать полученные знания для решения других задач из различных разделов теоретической и прикладной физики. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none">• всем математическим аппаратом, методами исследования полей и физических свойств конденсированных сред;• методами поиска и критического анализа информации.

ОПК-6	<p>способностью использовать знания современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • актуальные проблемы современной физики, суть этих проблем; • достижения в физике, в различных разделах физики. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • найти методы и пути решения задач, стоящих перед наукой, с помощью методов квантовой теории поля; • выбрать оптимальные способы применения достижений современной физики в научно-исследовательской работе. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • знанием сущности современных проблем и сути достижений физики и пониманием возможности решения этих проблем с помощью полученных знаний при изучении квантовой хромодинамики.
ПК-2	<p>способность свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач, и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • разделы физики, такие, как электродинамика, квантовая механика, статистическая физика и квантовая теория поля, методы теории возмущения; • методы и способы решения задач из различных отраслей науки. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • применять полученные знания и навыки при решении научно-инновационных задач, возникающих в научно-исследовательской деятельности; • найти оптимальные и эффективные способы решения проблем. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыком свободно излагать физическую сущность изученных методов квантовой хромодинамики; • способностью уловить связи между различными явлениями в науке; • способностью найти причинно-следственные связи проблем и уравнений, описывающих эти проблемы.
ПК-3	<p>способность принимать участие в разработке новых методов и методических</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • методы и приемы решения задач; • методы исследования в квантовой

	<p>подходов в научно-инновационных исследованиях инженерно-технологической деятельности</p>	<p>хромодинамике, расчета, исходя из поставленной задачи.</p> <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • пользоваться при аналитическом и численном исследованиях квантово-механических моделей хромодинамики, возможностями современных компьютеров и информационных технологий; • использовать справочную литературу и стандарты; • выбирать соответствующие методы математического моделирования при построении квантово-статистических моделей; • уметь применять аналитические методы квантовой статистики к конкретным моделям; • правильно интерпретировать полученные результаты и находить в них физическое обоснование. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • методами расчёта в квантовой хромодинамике.
--	---	--

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	<p>Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)</p> <p>Форма промежуточной аттестации (по семестрам)</p>
				Лекции	Практич. занятия	Лабораторные занятия	Контроль		
Модуль 1. Неабелевы калибровочные поля.									

1.	Партонная модель структуры адронов. Адроны, партоны, кванки и глюоны.	2		1	1			8	опрос
2.	Неабелевы калибровочные поля. Геометрия калибровочной инвариантности. Лагранжиан Янга-Миллса.			1	1			8	опрос
3.	Калибровочно инвариантная вильсоновская петля. Основные положения теории алгебр Ли.			1	2			8	опрос
4.	Квантование неабелевых калибровочных полей. Взаимодействие неабелевых калибровочных бозонов.			1	2			8	опрос
Итого по модулю 1				4	6			32	
Модуль 2. Квантовая хромодинамика									
1.	От кварков к квантовой хромодинамике. Аннигиляция e^+e^- в адроны.	2		1	1			4	опрос
2.	Неупругое рассеяние. Процессы жесткого рассеяния при столкновениях адронов. Эволюция партонов			1	1			4	контрольная работа
3.	Операторные произведения и эффективные вершины.			1	1			4	опрос
4.	Перенормировка массы кварка. Перенормировка слабых взаимодействий в квантовой хромодинамике.			1	1			4	опрос
5.	Формула Резерфорда.							2	опрос
6.	Метод парциальных волн.							2	
7.	Парциальные амплитуды и сечения рассеяния.							2	коллоквиум
Итого по модулю 2				4	4			22	зачет
				8	10			54	

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

4.3.1. Содержание лекционных занятий по дисциплине.

Модуль 1. Классическая и квантовая теории рассеяния и столкновения.

Предмет и методы теории рассеяния и столкновений. Дифференциальное и полное эффективное сечения рассеяния частиц. Угол рассеяния. Вероятность рассеяния. Классическая теория рассеяния. Постановка задач в теории рассеяния. Три задачи в классической теории рассеяния. Границы применимости. Понятие о квантовом переходе. Переходы под влиянием возмущения, действующего в течение конечного времени. Частоты Бора. Периодическое возмущение. Переходы в дискретном спектре при постоянном возмущении. Случай непрерывного спектра.

Модуль 2. Стационарная квантовая теория упругого рассеяния. Общая теория упругого рассеяния.

Амплитуда рассеяния. Функция Грина. Интегральное уравнение рассеяния Липпмана - Швингера. Формула Борна. Т - оператор. Связь между полным сечением рассеяния и мнимой частью амплитуды рассеяния. Оптическая теорема. Формула Резерфорда. Рассеяние на потенциале Гаусса и сферической потенциальной яме. Атомный форм-фактор. Метод парциальных волн. Фазы рассеяния. Парциальные амплитуды и сечения рассеяния. Матрица рассеяния.

4.3.2. Содержание лабораторно-практических занятий по дисциплине.

Модуль 1. Классическая и квантовая теории рассеяния и столкновения.	
Название темы	Содержание темы
Упругое рассеяние. Теория квантовых переходов.	Сечение рассеяния. Прицельный параметр. Резерфордовское рассеяние. Периодическое возмущение.
Переходы в дискретном спектре. Непрерывный спектр.	Переходы в дискретном спектре при постоянном возмущении. Адиабатическая теория.
Модуль 2. Стационарная квантовая теория упругого рассеяния. Общая теория упругого рассеяния.	
Стационарная теория упругого рассеяния.	Амплитуда рассеяния. Функция Грина. Формула Борна.
Оптическая теорема.	Формула Резерфорда. Сечение рассеяния и амплитуда рассеяния.
Метод парциальных волн.	Парциальные амплитуды и сечения рассеяния. Фазы рассеяния.

Упругое рассеяние при наличии неупругих процессов. Представления.	Формулы Брейга – Вигнера. Представления Шредингера, Гейзенберга. Представление взаимодействия.
Излучение и поглощение света. Применение теории рассеяния в физике.	Рассеяние света электронами. Поглощение света. Столкновения электронов с колебаниями решетки в магнитном поле.

5. Образовательные технологии

В течение семестра студенты посещают лекции, решают задачи, указанные преподавателем, к каждому семинару. В семестре проводятся контрольные работы (на семинарах). Аттестация проводится 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.

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;
- поиск и обзор научных публикаций и электронных источников по тематике дисциплины;
- выполнение курсовых работ (проектов);
- написание рефератов;
- работа с тестами и вопросами для самопроверки.

Разделы и темы для самостоятельного изучения	Виды и содержание самостоятельной работы
Три типа классической теории рассеяния.	Рассмотрение примеров различных типов рассеяний, различных термодинамических процессов. Принципы адиабатической и изотермической недостижимости.
Оптическая теорема. Общая теория рассеяния.	Доказательства оптической теоремы. Элементы общей теории рассеяния.
Теория неупругого рассеяния в нестационарной квантовой теории рассеяния.	Стационарная и нестационарная теории рассеяния. Выяснение особенностей квантовой теории рассеяния.
Взаимодействие носителей заряда с различными типами колебания решетки.	Колебание решетки и фононы. Электрон-фононное взаимодействие.
Межзонное поглощение света в квантующем магнитном поле.	Понятие квантующего поля. Зоны и их появление. Магнитное поле, как квантующее.
Поглощение света в скрещенных полях, в однородном электрическом поле (эффект Франца – Келдыша).	Однородное электрическое поле. Понятие скрещенного поля. Понимание эффекта Франца-Келдыша.
Механизмы рекомбинации.	Различные типы рекомбинаций и их значимость в фундаментальной физике.
Безызлучательная рекомбинация.	Особенности безызлучательной рекомбинации.

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

Студентам представляется раздаточный материал: тезисы лекций, перечень обязательных задач, темы курсовых работ, методическое пособие и литература.

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.

Код и наименование компетенции из ФГОС ВО	Наименование компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения	Процедура освоения
ОК-3	готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • основные термины и понятия в квантовой хромодинамике; • цели и задачи квантовой хромодинамики; • области применения дисциплины. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • применять полученные знания для решения тех задач, которые рассматривались при изучении дисциплины; • использовать полученные знания для решения других задач из различных разделов теоретической и прикладной физики. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • всем математическим аппаратом, методами исследования полей и физических свойств конденсированных сред; • методами поиска и критического анализа информации. 	Устный опрос
ОПК-6	способностью использовать знания современных проблем и новейших достижений физики в научно-	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • актуальные проблемы современной физики, суть этих проблем; • достижения в физике, в различных разделах физики. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • найти методы и пути решения задач, стоящих перед наукой, с помощью 	Устный опрос

	исследовательско й работе	<p>методов квантовой теории поля;</p> <ul style="list-style-type: none"> • выбрать оптимальные способы применения достижений современной физики в научно-исследовательской работе. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • знанием сущности современных проблем и сути достижений физики и пониманием возможности решения этих проблем с помощью полученных знаний при изучении квантовой хромодинамики. 	
ПК-2	<p>способность свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач, и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • разделы физики, такие, как электродинамика, квантовая механика, статистическая физика и квантовая теория поля, методы теории возмущения; • методы и способы решения задач из различных отраслей науки. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • применять полученные знания и навыки при решении научно-инновационных задач, возникающих в научно-исследовательской деятельности; • найти оптимальные и эффективные способы решения проблем. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыком свободно излагать физическую сущность изученных методов квантовой хромодинамики; • способностью уловить связи между различными явлениями в науке; • способностью найти причинно-следственные связи проблем и уравнений, описывающих эти проблемы. 	Устный опрос
ПК-3	<p>способность принимать участие в разработке новых методов и методических подходов в научно-инновационных исследованиях и инженерно-</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • методы и приемы решения задач; • методы исследования в квантовой хромодинамике, расчета, исходя из поставленной задачи. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • пользоваться при аналитическом и численном исследованиях квантово-механических моделей многих тел возможностями 	Устный опрос

	технологической деятельности	<p>современных компьютеров и информационных технологий;</p> <ul style="list-style-type: none"> • использовать справочную литературу и стандарты; • выбирать соответствующие методы математического моделирования при построении квантово-статистических моделей; • уметь применять аналитические методы квантовой статистики к конкретным моделям; • правильно интерпретировать полученные результаты и находить в них физическое обоснование. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • методами расчёта в квантовой хромодинимике. 	
--	------------------------------	--	--

7.2. Типовые контрольные задания

7.2.1. Перечень примерных контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы.

1. Предмет и методы в теории рассеяния и столкновения.
2. Методы теории рассеяния и столкновений.
3. Три задачи в классической теории рассеяния.
4. Понятие о квантовом переходе.
5. Переходы в дискретном спектре при постоянном возмущении.
6. Интегральное уравнение рассеяния.
7. Формула Борна.
8. Методы парциальных волн. Фазы рассеяния.
9. Рассеяния в кулоновском поле. Формула Резерфорда.
10. Упругое рассеяние при наличии не упругих процессов.
11. Оптическая теорема.
12. Представления Шредингера и Гейзенберга .
13. Представление взаимодействия.
14. Гейзенберговское уравнение движения.
15. Классическая теория излучения света.
16. Квантовая теория излучения и поглощения света.
17. Вероятности квантовых переходов.
18. Матричные элементы дипольного момента электрона.

19. Межзонное поглощение света.
20. Понятие квантующего магнитного поля.
21. Излучательная рекомендация.
22. Ударная рекомендация.
23. Безызлучательная рекомендация.
24. Квадрупольное излучение.
25. Основы теории дисперсии.
26. Принцип соответствия.
27. Интенсивности в спектре излучения.

7.2.2. Перечень вопросов к зачету.

1. Предмет теории рассеянности и столкновения.
2. Дифференциальное эффективное сечение рассеяния.
3. Метод Борна расчета упругого рассеяния.
4. Упругое рассеяние заряженными атомами быстрых частиц.
5. Точная теория рассеяния.
6. Фазы рассеянных волн и эффективное сечение.
7. Дифракционное рассеяние.
8. Резонансное рассеяние.
9. Рассеяние частицы в кулоновском поле.
10. Поглощение и излучение света.
11. Коэффициенты поглощения и излучения света.
12. Правила от Бора для дипольного излучения и осциллятора.
13. Комбинационное рассеяние.
14. Квадрупольное излучение.
15. Поглощение света в квантующем магнитном поле.
16. Поглощение света в скрещенных полях.
17. Эффект Франца-Келдыша.
18. Поглощение света в магнитном поле. Эффект Фарадея.
19. Квантовая теория излучения света.
20. Расчет вероятностей квантовых переходов в процессе поглощения и излучения света.
21. Матричные элементы дипольного момента электрона.
22. Взаимодействие носителей заряда с колебаниями решетки.

7.3. 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.

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

а) основная литература:

1. Борчердс Р.Е. Квантовая теория поля [Электронный ресурс] / Р.Е. Борчердс. — Электрон. текстовые данные. — Москва, Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Ижевский институт компьютерных исследований, 2006. — 96 с. — 978-5-93972-627-6. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16540.html> (12.10.2018)
2. Балашов В.В. Курс квантовой механики [Электронный ресурс] / В.В. Балашов, В.К. Долинов. — Электрон. текстовые данные. — Москва, Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, 2001. — 336 с. — 5-93972-077-3. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16546.html> (12.10.2018)
3. Толмачев В.В. Основы квантовой механики [Электронный ресурс]: Учебное пособие/ Толмачев В.В., Федотов А.А., Федотова С.В.— Электрон. текстовые данные.— Москва, Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, 2005.— 240 с.— Режим доступа: <http://www.bibliocomplectator.ru/book/id=16586>.—

«БИБЛИОКОМПЛЕКТАТОР», <http://www.iprbookshop.ru/16546.html>
(12.10.2018)

4. Л.Д.Ландау, Е.М.Лифшиц. Под ред. Л.П.Питаевского. Механика. — («Теоретическая физика», Т. I), М.: Физматлит, 4-е изд., 2007г.
5. Ландау, Л. Д., Лифшиц, Е. М. Квантовая механика (нерелятивистская теория). — («Теоретическая физика», Т. III) М.: Физматлит, 2008.
6. Меркурьев С. П., Фаддеев Л. Д. Квантовая теория рассеяния для систем нескольких частиц. Из-во: М. Наука, 1998г.

б) дополнительная литература:

1. Ли Р.Н. Квантовая теория рассеяния и излучения. Уч. пособие. Новосибирск, НГУ, 2012г.
2. Воронцов А.А., Мировицкая С.Д. Специальные функции задач теории рассеяния. Справочник. 1991г.
3. Бирман М.Ш. Математическая теория рассеяния. Функция спектрального сдвига. Избранные труды. 2010г.

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

1. ЭБС IPRbooks: <http://www.iprbookshop.ru/>
Лицензионный договор № 2693/17 от 02.10.2017г. об оказании услуг по предоставлению доступа. Доступ открыт с 02.10.2017 г. до 02.10.2018 по подписке (доступ будет продлен)
2. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» www.biblioclub.ru договор № 55_02/16 от 30.03.2016 г. об оказании информационных услуг. (доступ продлен до сентября 2019 года).
3. Moodle [Электронный ресурс]: система виртуального обучения: [база данных] / Даг. гос. ун-т. - Махачкала, г. - Доступ из сети ДГУ или, после регистрации из сети ун-та, из любой точки, имеющей доступ в интернет. - URL: <http://moodle.dgu.ru/> (дата обращения: 22.03.2018).
4. Доступ к электронной библиотеки на <http://elibrary.ru> основании лицензионного соглашения между ФГБОУ ВПО ДГУ и «ООО» «Научная Электронная библиотека» от 15.10.2003. (Раз в 5 лет обновляется лицензионное соглашение)

5. Национальная электронная библиотека <https://нэб.рф/>. Договор №101/НЭБ/101/НЭБ/1597 от 1.08.2017г. Договор действует в течении 1 года с момента его подписания.
6. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/> (единое окно доступа к образовательным ресурсам).
7. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/>
8. Российский портал «Открытого образования» <http://www.openet.edu.ru>
9. Сайт образовательных ресурсов Даггосуниверситета <http://edu.icc.dgu.ru>
10. Информационные ресурсы научной библиотеки Даггосуниверситета <http://elib.dgu.ru> (доступ через платформу Научной электронной библиотеки elibrary.ru).
11. Федеральный центр образовательного законодательства <http://www.lexed.ru>
12. <http://www.phys.msu.ru/rus/library/resources-online/> - электронные учебные пособия, изданные преподавателями физического факультета МГУ.
13. <http://www.phys.spbu.ru/library/> - электронные учебные пособия, изданные преподавателями физического факультета Санкт-Петербургского госуниверситета.

5. 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.

6. 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.

7. 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.