



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 вычислительной физики  
Физического факультета  
Образовательная программа  
03.04.02 «ФИЗИКА»

Профиль подготовки  
Теоретическая и математическая физика

Уровень высшего образования – Магистр

Форма обучения – очная

Статус дисциплины: дисциплина по выбору

Рабочая программа дисциплины «Квантовая хромодинамика» составлена в 2022 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.04.02 – «Физика» (уровень магистратура) от «07» августа 2020г. № 914

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

**Рабочая программа дисциплины одобрена:**  
на заседании кафедры теоретической и вычислительной физики  
23 марта 2022г., протокол №7.

Зав. кафедрой



Муртазаев А.К.

на заседании Методической комиссии физического факультета  
от «25» марта 2022г., протокол №7

Председатель



Мурлиева Ж.Х.

Рабочая программа дисциплины согласована  
с учебно - методическим управлением « 30» марта 2022г.

Начальник УМУ



Гасангаджиева А.Г.

## Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Квантовая хромодинамика» входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы магистратуры по направлению 03.04.02 «Физика» (профиль – Теоретическая и математическая физика) и является дисциплиной по выбору.

Дисциплина реализуется на физическом факультете кафедрой теоретической и вычислительной 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:

- универсальных – УК-1;
- общефессиональных – ОПК-4;
- профессиональных – ПК-6.

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 3 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					СРС, в том числе экзамен		
		Всего	из них						
		Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР	консультации			
2	108	48	24	-	24	-	-	84	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 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).

Код и наименование компетенции из ОПОП	Код и наименование индикатора достижения компетенций	Планируемые результаты обучения	Процедура освоения
УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий	М-ИУК-1.1. Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними	<b>Знает:</b> методы системного и критического анализа; <b>Умеет:</b> применять методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций; <b>Владет:</b> методологией системного и критического анализа проблемных ситуаций.	Устный опрос, письменный опрос;
	М-ИУК-1.2. Определяет пробелы в информации, необходимой для решения проблемной ситуации, и проектирует процессы по их устранению	<b>Умеет:</b> выявлять проблемные ситуации, используя методы анализа, синтеза и абстрактного мышления.	

	<p>М-ИУК-1.3. Критически оценивает надежность источников информации, работает с противоречивой информацией из разных источников</p>	<p><b>Умеет:</b> производить анализ явлений и обрабатывать полученные результаты; оценивать адекватность и достоверность информации о проблемной ситуации, работать с противоречивой информацией из разных источников</p>	
	<p>М-ИУК-1.4. Разрабатывает и содержит содержательно аргументирует стратегию решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарного подходов</p>	<p><b>Умеет:</b> осуществлять поиск решений проблемных ситуаций на основе действий, эксперимента и опыта; определять в рамках выбранного алгоритма вопросы (задачи), подлежащие дальнейшей разработке и предлагать способы их решения; <b>Владеет:</b> технологиями выхода из проблемных ситуаций, навыками выработки стратегии действий</p>	
	<p>М-ИУК-1.5 Строит сценарии реализации стратегии, определяя возможные риски и предлагая пути их устранения</p>	<p><b>Знает:</b> методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации; <b>Умеет:</b> разрабатывать стратегию действий, принимать конкретные решения для ее реализации; <b>Владеет:</b> методиками постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действий</p>	
<p>ОПК-4. Способен определять сферу внедрения результатов научных исследований в области своей профессиональной деятельности.</p>	<p>ОПК-4.1. Определяет ожидаемые результаты научных исследований.</p> <p>ОПК -4.2. Предлагает возможные варианты внедрения результатов исследований в области профессиональной</p>	<p><b>Знает:</b> теоретические и экспериментальные основы современных методов исследований изучаемых процессов и явлений. <b>Умеет:</b> самостоятельно ставить задачу и решать ее; использовать достижения современных информационно-коммуникационных</p>	<p>Письменный опрос</p>

	<p>деятельности. ОПК-4.3. Знает области применения результатов научных исследований в своей профессиональной деятельности</p>	<p>технологий для выполнения экспериментальных и теоретических исследований; анализировать и интерпретировать результаты эксперимента на основе современных теоретических моделей; правильно организовать и планировать эксперимент; правильно применять различные теоретические модели для анализа результатов эксперимента. Владеет: основами современных методов экспериментальных исследований в данной области науки; основами теоретических разработок в своей области исследований; адекватными методами планирования и решения научно-исследовательских задач в выбранной области физики и смежных с физикой науках; - навыками сбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования; - владеет логикой научного исследования, терминологическим аппаратом научного исследования в выбранной области физики и смежных с физикой науках; - современной аппаратурой и информационными технологиями для применения и внедрения результатов научной деятельности.</p>	
<p><b>ПК-6.</b> Способен эксплуатировать современную аппаратуру и оборудование для</p>	<p><b>ПК-6.1.</b> Имеет представления о методиках технологиях физических</p>	<p>Знает: методы обработки и анализа экспериментальной и теоретической информации в области физики твердого тела; физические основы</p>	<p>Письменный опрос</p>

<p>выполнения научных и прикладных физических исследований в области физики твердого тела</p>	<p>исследований с помощью современного оборудования.</p>	<p>проведения исследований методами теоретической и математической физики; Умеет: пользоваться современной приборной базой для проведения экспериментальных и (или) теоретических физических исследований в области физики твердого тела; анализировать устройство используемых ими приборов и принципов их действия, приобрести навыки выполнения физических измерений, проводить обработку результатов измерений с использованием статистических методов и современной вычислительной техники. Владеет: методикой и теоретическими основами анализа экспериментальной и теоретической информации в области физики твердого тела; некоторыми диагностические методы исследования теоретической и математической физики; методами обработки и анализа экспериментальной и теоретической информации в области физики твердого тела навыками исследования физических процессов, протекающих в сложных физических системах.</p>	
	<p><b>ПК-6.2.</b> Знает теорию и методы физических исследований в теоретической и математической физике</p>		
	<p><b>ПК-6.3.</b> Знает теорию и методы физических исследований в области физики твердого тела.</p>		
	<p><b>ПК-6.4.</b> Способен собирать, обрабатывать, анализировать и обобщать результаты экспериментов и исследований в соответствующей области знаний, проводить эксперименты и наблюдения, составлять отчеты по теме или по результатам проведенных экспериментов</p>		

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

4.1. Объем дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 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. занятия	Лабораторные занятия	Контроль		
<b>Модуль 1. Неабелевы калибровочные поля.</b>									
1.	Партонная модель структуры адронов. Адроны, партоны, кванки и глюоны.	2		4	4			2	опрос
2.	Неабелевы калибровочные поля. Геометрия калибровочной инвариантности. Лагранжиан Янга-Миллса.			4	4			2	опрос
3.	Калибровочно инвариантная вильсоновская петля. Основные положения теории алгебр Ли.			2	2			4	опрос
4.	Квантование неабелевых калибровочных полей. Взаимодействие неабелевых калибровочных бозонов.			2	2			4	опрос
<b>Итого по модулю 1</b>				12	12			12	
<b>Модуль 2. Квантовая хромодинамика</b>									
1.	От кварков к квантовой хромодинамике. Аннигиляция $e^+e^-$ в адроны.	2		4	4			2	опрос
2.	Неупругое рассеяние. Процессы жесткого рассеяния при столкновениях адронов. Эволюция партонов			4	4				контрольная работа
3.	Операторные произведения и эффективные вершины.			2	2			2	опрос



4.	Перенормировка массы кварка. Перенормировка слабых взаимодействий в квантовой хромодинамике.		2	2		2	опрос
5.	Формула Резерфорда.					2	опрос
6.	Метод парциальных волн.					2	опрос
7.	Парциальные амплитуды и сечения рассеяния.					2	опрос
<b>Итого по модулю 2</b>			12	12		12	коллоквиум
<b>Модуль 3 самостоятельная работа</b>						48	зачет
			<b>24</b>	<b>24</b>		<b>84</b>	

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

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

##### **Модуль 1. Неабелевы калибровочные поля.**

Партонная модель структуры адронов. Адроны, партоны, кварки и глюоны. Неабелевы калибровочные поля. Геометрия калибровочной инвариантности.

Лагранжиан Янга-Миллса. Калибровочно инвариантная вильсоновская петля. Основные положения теории алгебр Ли.

Квантование неабелевых калибровочных полей. Взаимодействие неабелевых калибровочных бозонов.

##### **Модуль 2. Квантовая хромодинамика**

От кварков к квантовой хромодинамике. Аннигиляция  $e^+e^-$  в адроны. Неупругое рассеяние. Процессы жесткого рассеяния при столкновениях адронов. Эволюция партонов. Операторные произведения и эффективные вершины. Перенормировка массы кварка. Перенормировка слабых взаимодействий в квантовой хромодинамике. Формула Резерфорда. Метод парциальных волн. Парциальные амплитуды и сечения рассеяния.

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

<b>Модуль 1. Неабелевы калибровочные поля.</b>	
<b>Название темы</b>	<b>Содержание темы</b>

Партонная модель структуры адронов.	Адроны, партоны, кванки и глюоны.
Неабелевы калибровочные поля.	Геометрия калибровочной инвариантности. Лагранжиан Янга-Миллса.
Калибровочно инвариантная вильсоновская петля.	Калибровочно инвариантная вильсоновская петля. Основные положения теории алгебр Ли.
Квантование неабелевых калибровочных полей.	Квантование неабелевых калибровочных полей. Взаимодействие неабелевых калибровочных бозонов.
<b>Модуль 2. Квантовая хромодинамика</b>	
От кварков к Квантовой хромодинамике.	Аннигиляция $e^+e^-$ в адроны.
Неупругое рассеяние.	Процессы жесткого рассеяния при столкновениях адронов. Эволюция партонов.
Операторные произведения и эффективные вершины.	Операторные произведения и эффективные вершины.
Перенормировка массы кварка. Перенормировка слабых взаимодействий в квантовой хромодинамике.	Перенормировка слабых взаимодействий в квантовой хромодинамике.
Формула Резерфорда.	Формула Резерфорда.
Метод парциальных волн.	Метод парциальных волн.
Парциальные амплитуды и сечения рассеяния.	Парциальные амплитуды и сечения рассеяния.

## 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.

<b>Разделы и темы для самостоятельного изучения</b>	<b>Виды и содержание самостоятельной работы</b>
Операторы Казимира.	проработка учебного материала
Калибровка Арновитта-Финклера.	проработка учебного материала по литературе
Скалярное поле с неабелевым зарядом.	Рассмотрим неабелеву калибровочную теорию с калибровочной группой $G$ . Добавим в теорию комплексное скалярное поле в представлении $g$ . Покажите, что фейнмановские правила для скалярного поля являются простой модификацией фейнмановских правил для скалярной КЭД.
Рассеяние кварка на глюоне и глюона на глюоне.	изучение тем, запланированных для самостоятельного изучения
Глюонная функция расщепления. Поведение партонных функций распределения при малых $x$ .	изучение тем, запланированных для самостоятельного изучения
Несохранение числа фермионов в параллельных полях $E$ и $B$ . Слабый распад пиона.	проработка учебного материала по литературе

Пределы большой фермионной массы. Моды распада W- и Z-бозонов.	проработка учебного материала по литературе
Модель с двумя полями Хиггса. Зависимость радиационных поправок от массы бозона Хиггса.	изучение тем, запланированных для самостоятельного изучения

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. Типовые контрольные задания**

#### **7.1.1. Перечень примерных контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы.**

Список тем для самостоятельного изучения

1. Операторы Казимира.
2. Используя функциональный интеграл, вычислить вакуумное среднее вильсоновской петли в квантовой электродинамике без фермионов.
3. Калибровка Арновитта-Финклера.
4. Скалярное поле с неабелевым зарядом. Рассмотрим неабелеву калибровочную теорию с калибровочной группой  $G$ . Добавим в теорию комплексное скалярное поле в представлении  $\mathbf{r}$ . Покажите, что фейнмановские правила для скалярного поля являются простой модификацией фейнмановских правил для скалярной КЭД.
5. Рассеяние кварка на глюоне и глюона на глюоне.
6. Глюонная функция расщепления.
7. Поведение партонных функций распределения при малых  $x$ .
8. Несохранение числа фермионов в параллельных полях  $E$  и  $B$ .
9. Слабый распад пиона.
10. Пределы большой фермионной массы.
11. Моды распада W- и Z-бозонов.
12. Модель с двумя полями Хиггса.

### 13. Зависимость радиационных поправок от массы бозона Хиггса.

#### 7.1.2. Перечень вопросов к зачету.

1. Адроны, партоны, кварки, глюоны. Структура адронов.
2. Геометрия калибровочной инвариантности.
3. Лагранжиан Янга-Миллса.
4. Калибровочно-инвариантная вильсоновская петля.
5. Основные положения из теории алгебр Ли.
6. Взаимодействия неабелевых калибровочных бозонов.
7. Лагранжиан Фадеева-Попова.
8. Однопетлевые расходимости в неабелевой калибровочной теории.
10. Асимптотическая свобода: метод фонового поля.
11. Аннигиляция кварков в адроны.
12. Процессы жесткого рассеяния при столкновениях адронов.
13. Перенормировка массы кварка.
14. КХД перенормировка слабых взаимодействий.
15. Операторное разложение. Операторный анализ -аннигиляции. Операторный анализ глубоконеупругого рассеяния.
16. Аксиальный ток в двух измерениях. Аксиальный ток в четырех измерениях.
18. Голдстоуновские бозоны и киральные симметрии в КХД.
19. Киральные аномалии и киральные калибровочные теории.
20. Аномальное нарушение масштабной инвариантности.
21. Механизм Хиггса.
22. Теория слабых взаимодействий Глэшоу-Вайнберга-Салама
23. Симметрии теории кварков и лептонов.
24. Калибровки. Однопетлевые поправки к калибровочной теории слабого взаимодействия

#### **7.2. 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. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.

### *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.

### **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.

### **9. 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](http://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 государственного университета.

## **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.

**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.