

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

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Квантовая статистика**

Кафедра Общей и теоретической 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 «Квантовая статистика» составлена в 2020 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.04.02 – «Физика» (уровень магистратура) 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 статистика» 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 различных разделов математики: Дифференциальное и интегральное исчисления, векторный и тензорный анализы, дифференциальные уравнения, специальные функции для использования фактов, устанавливаемых математикой в теоретической физике при исследовании различных физических явлений.

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, 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 3 зачетные единицы, в том числе в академических часах по видам учебных занятий

Се мес тр	Учебные занятия							Форма промежуточ ной аттестации (зачет, дифференци рованный зачет, экзамен	
	в том числе								
	Все го	Контактная работа обучающихся с преподавателем					СРС, в том числ е экза мен		
		Всего	из них						
	Лекц ии		Лаборат орные занятия	Практи ческие заняти я	КСР	консул ьтации			
2	108	18	8	-	10	-	-	90	экзамен

## 1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Квантовая статистика» являются изучение различных разделов математики: дифференциальное и интегральное исчисления, векторный и тензорный анализы, дифференциальные уравнения, специальные функции для использования фактов, устанавливаемых математикой в теоретической физике при исследовании различных физических явлений.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП магистратуры

Дисциплина входит в вариативную часть образовательной программы магистратуры по направлению 03.04.02 – «Физика» (профиль – Теоретическая и математическая физика) и является дисциплиной по выбору. Для ее освоения необходимы знания таких дисциплин, как дифференциальные уравнения, электродинамика, методы математической физики.

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

Код компетенции из ФГОС ВО	Наименование компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения
ОК-3	готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала	Знать: <ul style="list-style-type: none"><li>лекционный материал преподаваемый на аудиторных занятиях, а также материал задаваемый на самостоятельное изучение.</li></ul> Уметь: <ul style="list-style-type: none"><li>самостоятельно анализировать учебный материал, составлять опорные конспекты, ориентироваться в многообразии учебной литературы, применять полученные знания к конкретным задачам на занятиях.</li></ul> Владеть: <ul style="list-style-type: none"><li>методами обработки получаемых знаний, её систематизации для быстрого и успешного освоения учебного материала.</li></ul>
ОПК-6	способность использовать знания современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской	Знать: <ul style="list-style-type: none"><li>основные понятия и законы квантовой механики и статистической физики применительно к системам многих частиц. Физическую картину квазичастиц и модели квантово-статистического описания системы из многих частиц.</li></ul>

	<p>работе</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• понимать те методы квантовой теории системы многих частиц, которые применяются в специальных дисциплинах; порядок применения теоретического аппарата квантовой статистики в важнейших практических приложениях.</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• применять полученные знания для решения конкретных задач квантовой статистики, физической кинетики, квантовой теории поля и специальных дисциплинах теоретической физики;</li> <li>• интерпретировать квантово-статистические явления при помощи соответствующего теоретического аппарата;</li> <li>• пользоваться определениями и понятийным аппаратом квантово-статистических величин для правильного истолкования их смысла;</li> <li>• пользоваться справочной литературой.</li> </ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• полным понятийным аппаратом и теоретическими методами квантовой статистики для решения профессиональных задач.</li> </ul>
<p>ПК-2</p>	<p>способность свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач, и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• основные модели квантово-статистических явлений, идеологию моделирования квантовых систем многих частиц и принципы построения математических моделей данных систем.</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• пользоваться терминологией характерной для различных разделов квантовой статистики;</li> <li>• строить различные модели используя известные правила и методики приближений в квантовой статистике и решать конкретные практические задачи.</li> </ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• методами и приёмами получения и расчёта основных параметров и характеристик различных квантово-статистических систем.</li> </ul>

<p>ПК-3</p>	<p>способность принимать участие в разработке новых методов и методических подходов в научно-инновационных исследованиях и инженерно-технологической деятельности</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• методы и приемы решения задач;</li> <li>• методы исследования квантовых систем многих тел, расчета их статистических, кинетических и динамических характеристик.</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• пользоваться при аналитическом и численном исследованиях квантово-механических моделей многих тел возможностями современных компьютеров и информационных технологий;</li> <li>• использовать справочную литературу и стандарты;</li> <li>• выбирать соответствующие методы математического моделирования при построении квантово-статистических моделей;</li> <li>• уметь применять аналитические методы квантовой статистики к конкретным моделям;</li> <li>• правильно интерпретировать полученные результаты и находить в них физическое обоснование.</li> </ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• методами расчёта квантово-статистических систем;</li> <li>• методами составления гамильтонианов квантово-статистических систем;</li> <li>• методами определения энергетических спектров и других важных параметров для выбранных приближений и систем.</li> </ul>
-------------	---	--

#### 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)					Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) /Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практич. занятия	Лаборат. занятия	Контроль самост. раб.			
<b>Модуль 1.</b> Уравнения движения для опережающей и запаздывающей функций Грина, для корреляционных функций.										
1.	Операторы во вторично квантованном виде.	2		1	1	-	-	-	опрос	
2.	Аналитические свойства функций Грина.			1	1	-	-	6	опрос	
3.	Дисперсионные соотношения. Спектральная функция. Энергетический спектр одночастичных состояний. Квазичастицы.			1	1	-	-	4	опрос	
4.	Функциональные производные. Улучшенная теория возмущений. Приближение T-матрицы.			1	1	-	-	8	опрос	
5.	Уравнения Каданова Бейма для низкоразмерных электронных систем.			-	2	-	-	8	опрос	
<b>Итого по модулю 1</b>				4	6	-	-	26	коллоквиум	

<b>Модуль 2. Квантовые кинетические уравнения в технике Каданова Бейма.</b>									
1.	Уравнения Каданова Бейма для низкоразмерных электронных систем.	2		1	1	-	-	8	опрос
2.	Микроскопические уравнения модели Андерсона.			1	1	-	-	10	опрос
3.	Микроскопическая теория хемосорбции адатомов на размерно-квантованной пленке, нити, на квантовой точке и на графене.			2	2	-	-	10	опрос
<b>Итого по модулю 2</b>				4	4	-	-	54	
<b>Модуль 3</b>								36	экзамен
<b>ИТОГО</b>				<b>8</b>	<b>10</b>			<b>90</b>	

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

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

**Модуль 1. Уравнения движения для опережающей и запаздывающей функций Грина, для корреляционных функций.**

Дифференцирование функций. Вычисление интегралов. Приближенные вычисления. Матрицы. Векторный анализ.

Дифференцирование сложных функций, показательных, логарифмических, степенных функций. Дифференцирование интегралов. Методы интегрирования. Разложение функций в ряды. Матрицы. Действия над векторами.

**Модуль 2. Квантовые кинетические уравнения в технике Каданова Бейма.**

Тензоры. Теория групп. Распределения в физике. Специальные функции.

Тензоры в трехмерном и четырехмерном пространствах. Метрический тензор. Локальные базисные векторы. Теория групп. Представления групп. Статистические распределения. Функции Лагерра, Эрмита, Лежандра. Сферические функции.

Модуль 3. Самостоятельная работа.

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

1. Операторы рождения и уничтожения. Действия над ними.
2. Уравнение Шредингера в представлении чисел заполнения.
3. Волновая функция системы многих частиц в представлении чисел заполнения.
4. Расчет энергетического спектра для системы квазичастиц.

5. Расчет электронных свойств низкоразмерных систем методом функций Грина в формализме Каданова - Бейма.

## 5. Образовательные технологии.

В течение семестра студенты посещают лекции, решают задачи, указанные преподавателем, к каждому семинару. В семестре проводятся контрольные работы (на семинарах). Зачет выставляется 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;
- работа с вопросами для самопроверки;
- решение некоторых задач с применением компьютера.

Разделы и темы для самостоятельного изучения	Виды и содержание самостоятельной работы
Дифференциальное исчисление. Неявные функции. Производные сложных функций. Дифференцирование интегралов.	Производные от суммы, произведения и частного двух функций. Полный дифференциал. Введение новых переменных.
Интегральное исчисление.	Таблицы интегралов. Методы интегрирования рациональных функций.

Ряды. Разложение функций в ряды.	Числовые и функциональные ряды. Признаки сходимости. Разложение функций в ряды. Полнота системы функции.
Матрицы. Определители.	Виды матриц. Определитель, ранг след. Специальные матрицы. Эрмитовы матрицы.
Векторы. Операции над векторами.	Дифференциальные операции над векторами и скалярами. Векторные операторы.
Тензоры. Тензорные поля.	Операции с тензорами. Тензоры в трехмерном и многомерном пространствах.
Псевдоортономмированные локальные базисные векторы.	Контра- и ковариантные компоненты векторов и тензоров.
Теория групп.	Изоморфизм групп. Подгруппы теория представлений группы.
Статистические распределения. Распределения в классической и квантовой статистике.	Распределения Гиббса, Максвелла, Больцмана. Распределения Ферми-Дирака и Бозе-Эйнштейна.
Специальные функции.	Функции Бесселя, Лагерра, Эрмита. Функции Лежандра.

Результаты самостоятельной работы учитываются при аттестации магистранта (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.

Код и наименование компетенции из ФГО С ВО	Код и наименование индикатора достижения компетенций (в соответствии с ПООП (при наличии))	Планируемые результаты обучения	Процедура освоения
ОК-3	готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>лекционный материал преподаваемый на аудиторных занятиях, а также материал задаваемый на самостоятельное изучение.</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>самостоятельно анализировать учебный материал, составлять опорные конспекты, ориентироваться в многообразии учебной литературы, применять полученные знания к конкретным задачам на занятиях.</li> </ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>методами обработки получаемых знаний, её систематизации для быстрого и успешного освоения учебного материала.</li> </ul>	Устный опрос, письменный опрос
ОПК-6	способность использовать знания современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>основные понятия и законы квантовой механики и статистической физики применительно к системам многих частиц. Физическую картину квазичастиц и модели квантово-статистического описания системы из многих частиц.</li> <li>понимать те методы квантовой теории системы многих частиц, которые применяются в специальных дисциплинах; порядок применения теоретического аппарата квантовой</li> </ul>	Письменный опрос

		<p>статистики в важнейших практических приложениях.</p> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• применять полученные знания для решения конкретных задач квантовой статистики, физической кинетики, квантовой теории поля и специальных дисциплинах теоретической физики;</li> <li>• интерпретировать квантово-статистические явления при помощи соответствующего теоретического аппарата;</li> <li>• пользоваться определениями и понятийным аппаратом квантово-статистических величин для правильного истолкования их смысла;</li> <li>• пользоваться справочной литературой.</li> </ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• полным понятийным аппаратом и теоретическими методами квантовой статистики для решения профессиональных задач.</li> </ul>	
ПК-2	<p>способность свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач, и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• основные модели квантово-статистических явлений, идеологию моделирования квантовых систем многих частиц и принципы построения математических моделей данных систем.</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• пользоваться терминологией характерной для различных разделов квантовой статистики;</li> <li>• строить различные модели используя известные правила и методики приближений в квантовой статистике и решать конкретные практические задачи.</li> </ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• методами и приёмами получения и расчёта основных параметров и характеристик различных квантово-статистических систем.</li> </ul>	Круглый стол
ПК-3	<p>способность принимать участие в разработке новых методов и методических подходов в</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• методы и приемы решения задач;</li> <li>• методы исследования квантовых систем многих тел, расчета их статистических, кинетических и динамических характеристик.</li> </ul>	Письменный опрос

	<p>научно-инновационных исследованиях и инженерно-технологической деятельности</p>	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• пользоваться при аналитическом и численном исследованиях квантово-механических моделей многих тел возможностями современных компьютеров и информационных технологий;</li> <li>• использовать справочную литературу и стандарты;</li> <li>• выбирать соответствующие методы математического моделирования при построении квантово-статистических моделей;</li> <li>• уметь применять аналитические методы квантовой статистики к конкретным моделям;</li> <li>• правильно интерпретировать полученные результаты и находить в них физическое обоснование.</li> </ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• методами расчёта квантово-статистических систем;</li> <li>• методами составления гамильтонианов квантово-статистических систем;</li> <li>• методами определения энергетических спектров и других важных параметров для выбранных приближений и систем.</li> </ul>	
--	--	---	--

## 7.2. Типовые контрольные задания

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

1. Дифференцирование суммы, произведения и частного двух функций.
2. Дифференцирование сложных функций.
3. Дифференцирование показательных, логарифмических и степенных функций.
4. Дифференцирование функций заданных параметрически.
5. Полный дифференциал.
6. Дифференцирование интегралов.
7. Таблицы производных.
8. Интегрирование по частям.
9. Интегрирование подстановкой.
10. Интегрирование рациональных функций.

11. Неопределенные и определенные интегралы.
12. Вычисление двойных интегралов.
13. Таблицы интегралов.
14. Приближение интегралов суммами.
15. Интегралы с переменными параметрами.
16. Представление несобственных функций с помощью определенных интегралов  $\sigma$ -функция и функция Дирака.
17. Вычисление определенных интегралов с помощью теории вычетов.
18. Асимптотические формулы для интегралов.
19. Вычисление вычета относительно полюса. Случай кратного полюса.
20. Логарифмический вычет. Вычет относительно бесконечно удаленной точки.
21. Вычисление несобственных интегралов.
22. Числовые ряды. Признаки сходимости.
23. Функциональные ряды. Признаки сходимости.
24. Разложение функций в степенные ряды.
25. Ортогональные системы функций.
26. Полнота системы функций.
27. Разложения Фурье.
28. Разложения по сферическим функциям.
29. Разложения по полиномам Эрмита, Лагерра.
30. Операции с матрицами.
31. Определитель, ранг, след матрицы.
32. Унитарные, ортогональные матрицы.
33. Инварианты матриц.
34. Операции над векторами. Дифференциальные операции над векторами.
35. Преобразование результатов дифференциальных операций.
36. Векторные операторы.
37. Теоремы Остроградского-Гаусса, Стокса.
38. Теорема Пуассона.
39. Безвихревое и соленоидальное векторные поля.
40. Операции над тензорами.
41. Собственные значения тензора. Инварианты тензора.
42. Метрический тензор.
43. Символы Кристоффеля. Свертывание тензоров.
44. Контра и ковариантные компоненты тензоров.
45. Тензор кривизны.
46. Понятие группы. Абелева группа. Изоморфизм группы.
47. Приводимые и неприводимые представления группы.
48. Микроканоническое распределение Гиббса.
49. Каноническое распределение Гиббса.

50. Вывод распределения Больцмана из распределения Гиббса.
51. Распределение Максвелла.
52. Распределение Ферми-Дирака.
53. Распределение Бозе-Эйнштейна.
54. Распределение Планка.
55. Классификация функций.
56. Сферические функции Лежандра.
57. Функции Лагерра.
58. Функции Эрмита.
59. Соотношения ортогональности для функций.
60. Гамма-функция. Факториал.

### **7.2.2. Перечень вопросов к экзамену.**

1. Производные и дифференциалы сложных функций, показательных, логарифмических функций.
2. Дифференцирование функций заданных параметрически.
3. Дифференцирование интегралов.
4. Методы интегрирования.
5. Таблицы интегралов.
6. Интегралы с переменными параметрами.
7. Сингулярные обобщенные функции  $\delta$  - функция.
8. Вычисление интегралов с помощью теории вычетов.
9. Вычет функции относительно полюса. Случай кратного полюса.
10. Логарифмический вычет.
11. Вычисление несобственных интегралов.
12. Ортогональные системы функций.
13. Полнота системы функций.
14. Разложение Фурье.
15. Операции с матрицами. Определитель, ранг, след матрицы.
16. Унитарные, ортогональные матрицы.
17. Инварианты матрицы.
18. Операции над векторами.
19. Раскрытие  $div \vec{a}$ ,  $grad(\vec{a} \cdot \vec{b})$ ,  $rot \vec{a}$ .
20. Векторные операторы.
21. Теоремы Остроградского-Гаусса, Стокса.
22. Собственные значения тензора.
23. Инварианты тензора.
24. Метрический тензор.
25. Символы Кристоффеля.
26. Контра - и ковариантные компоненты тензоров.

- 27. Распределения Максвелла, Больцмана. Распределение Ферми-Дирака.
- 28. Распределение Планка.
- 29. Распределение Бозе-Эйнштейна.
- 30. Вычисление средних значений с помощью функций распределения.

### **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. (выполнение домашних работ, 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. Московский С.Б. Курс статистической физики и термодинамики [Электронный ресурс] : учебник для вузов / С.Б. Московский. — Электрон. текстовые данные. — М. : Академический Проект, Фонд «Мир», 2015. — 317 с. — 5-8291-0616-7. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/36735.html> (17.10.2018)

2. **Мухтаров, А.И.** Квантовая механика : учеб. пос. для высш. уч. зав. / И. Мухтаров. - Баку : Изд-во "Баку Университети", 2009. - 300.  
**Местонахождение: Научная библиотека ДГУ**

**б) дополнительная литература:**

1. Холево А. С. Статистическая структура квантовой теории. Москва, Ижевск: ИКИ, 2003. — 192с.
2. Холево А. С. Квантовая вероятность и квантовая статистика. Итоги науки и техники. Современные проблемы математики. Фундаментальные направления. Том 83. М.: ВИНТИ, 1991. стр.3-132.

**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 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. 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)
4. 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.
5. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/> (единое окно доступа к образовательным ресурсам).
6. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/>
7. Российский портал «Открытого образования» <http://www.openet.edu.ru>
8. Сайт образовательных ресурсов Даггосуниверситета <http://edu.icc.dgu.ru>

9. Информационные ресурсы научной библиотеки Даггосуниверситета <http://elib.dgu.ru> (доступ через платформу Научной электронной библиотеки elibrary.ru).
10. Федеральный центр образовательного законодательства <http://www.lexed.ru>
11. <http://www.phys.msu.ru/rus/library/resources-online/> - электронные учебные пособия, изданные преподавателями физического факультета МГУ.
12. <http://www.phys.spbu.ru/library/> - электронные учебные пособия, изданные преподавателями физического факультета Санкт-Петербургского государственного университета.
13. **Springer.** Доступ ДГУ предоставлен согласно договору № 582-13SP подписанный Министерством образования и науки предоставлен по контракту 2017-2018 г.г., подписанный ГПНТБ с организациями-победителями конкурса. <http://link.springer.com>. Доступ предоставлен на неограниченный срок

## **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.

Оптимальным путем освоения дисциплины является посещение всех лекций и семинаров, 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. На семинарских занятиях деятельность студента заключается в активном обсуждении задач, решенных другими студентами, решении задач самостоятельно, выполнении контрольных заданий. В случае, если студентом пропущено лекционное или семинарское 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.**

1. Ресурсы Российской электронной библиотеки [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru);
2. Электронные ресурсы Издательства «Лань» <http://e.lanbook.com/http://physweb.ru/db/section/e190500000>;
3. Информационные материалы, компьютерное оборудование, имеющиеся на кафедре теоретической и математической физики 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.