



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

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Квантовая статистика**

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

Махачкала 2017

Рабочая программа дисциплины составлена в 2017 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.04.02 – «Физика» (уровень магистратура) от «28» августа 2015г. № 913.

Разработчики: Мусаев Гатиз Мусаевич, заведующий кафедры теоретической и математической физики, д.ф.-м.н., профессор  
Нухов Азим Кадимович, к.ф.-м.н., старший преподаватель кафедры теоретической и математической физики

**Рабочая программа дисциплины одобрена:**

на заседании кафедры теоретической и математической физики от «29» марта 2017г., протокол № 7.

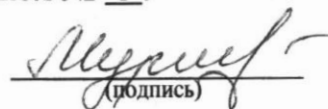
Зав. кафедрой

  
(подпись)

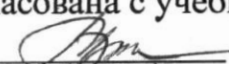
Мусаев Г.М.

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 магистратуры .....	5
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения).....	5
4. Объем, структура и содержание дисциплины.....	5
4.1. Объем дисциплины .....	8
4.2. Структура дисциплины .....	8
4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).....	9
5. Образовательные технологии .....	10
6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.....	10
7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.....	12
7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.....	12
7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания. ....	14
7.3. Типовые контрольные задания .....	17
7.4. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.....	20
8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины. ....	21
9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины. ....	22
10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	22
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем. ....	23
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине. ....	23

## Аннотация рабочей программы дисциплины

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

Дисциплина реализуется на физическом факультете кафедрой теоретической и математической 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 зачета.

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, дифференцирован ный зачет, экзамен
	в том числе							
	Контактная работа обучающихся с преподавателем							
	Всего	из них						
Лекции		Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР	консультации			
10	108	8	-	10	-	-	90	зачет

## 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 ООП 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).

Компетенции	Формулировка компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)
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-	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</li></ul>

	<p>исследовательской работе</p>	<p>из многих частиц.</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 часов.

**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.</b> Уравнения движения для опережающей и запаздывающей функций Грина, для корреляционных функций.							
1.	Операторы во вторично квантованном виде.	10	2	1	1		опрос
2.	Аналитические свойства функций Грина.		8	1	1	6	опрос
3.	Дисперсионные соотношения. Спектральная функция. Энергетический спектр одночастичных состояний. Квазичастицы.		6	1	1	4	опрос
4.	Функциональные производные. Улучшенная теория возмущений. Приближение T-матрицы.		11	1	1	8	опрос
5.	Уравнения Кайданова Бейма для низкоразмерных электронных систем.		9	1	1	8	опрос
<b>Итого по модулю 1</b>			36	5	5	26	коллоквиум
<b>Модуль 2.</b> Квантовые кинетические уравнения в технике Каданова Бейма.							
1.	Уравнения Кайданова Бейма для низкоразмерных электронных систем.	10	13	1	1	8	опрос



2.	Микроскопические уравнения модели Андерсона.		13	1	2	10	опрос
3.	Микроскопическая теория хемосорбции адатомов на размерно-квантованной пленке, нити, на квантовой точке и на графене.		10	1	2	8	опрос
<b>Итого по модулю 2</b>			36	3	5	26	зачет
<b>Модуль 2. Подготовка к экзамену.</b>			36				
<b>ИТОГО</b>			<b>108</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>54</b>	

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

##### **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.

#### **Наименование тем практических занятий**

1. Оператор рождения 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;
- написание рефератов;
- работа с тестами и 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 (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.

Компетенция	Знания, умения, навыки	Процедура освоения
ОК-3	<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	<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 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> </ul>	Письменный опрос

	<ul style="list-style-type: none"> <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>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>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-</li> </ul>	Письменный опрос

	<p>статистических систем;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• методами определения энергетических спектров и других важных параметров для выбранных приближений и систем.</li> </ul>	
--	---	--

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

ОК-3

Схема оценки уровня формирования компетенции «готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала».

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	<p>Уметь: использовать полученные ранее знания и навыки в новой области, слушать и конспектировать лекции, а также самостоятельно добывать знания по изучаемой дисциплине, излагать и критически анализировать получаемую на семинарских занятиях информацию, пользоваться учебной литературой, Internet – ресурсами</p>	<p>Может использовать полученные ранее знания и навыки в новой области, но нуждается в дополнительном указании. Предъявляет частичный конспект лекций. Демонстрирует слабое умение самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения.</p>	<p>Демонстрирует умение использовать полученные ранее знания и навыки в новой области. Предъявляет полный конспект лекций.</p>	<p>Перманентно использует полученные ранее знания и навыки в новой области. Предъявляет полный конспект лекций, в котором хорошо ориентируется. Может эффективно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения.</p>

ОПК-6

Схема оценки уровня формирования компетенции «способность использовать знания современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе».

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	<p>Знать общие принципы квантовой теории системы многих тел; явления, демонстрирующие корпускулярно-волновой дуализм и эксперименты, дающие возможность реализации квантово-статистических вычислений.</p> <p>Уметь применять полученные знания при решении задач на выступлениях, на семинарских занятиях; применять полученные теоретические знания при решении конкретных задач по квантовой статистике.</p>	<p>Имеет неполное представление об общих принципах квантовой статистики; явлениях, демонстрирующих корпускулярно-волновой дуализм и экспериментах, дающих возможность реализации квантово-статистических вычислений.</p> <p>Затрудняется в применении полученных теоретических знаний при решении конкретных задач.</p>	<p>Допускает неточности в описании общих принципов квантовой статистики; явлений, демонстрирующих корпускулярно-волновой дуализм и экспериментов, дающих возможность реализации квантово-статистических вычислений.</p> <p>Допускает ошибки в применении полученных теоретических знаний при решении конкретных задач.</p>	<p>Демонстрирует ясное представление об общих принципах квантовой теории системы многих; явлениях, демонстрирующих корпускулярно-волновой дуализм и экспериментах, дающих возможность реализации квантово-статистических расчётов.</p> <p>Может применять полученные знания при решении задач по квантовой статистике.</p>

## ПК-2

Схема оценки уровня формирования компетенции «способность свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач, и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности».

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Умение применять на практике профессиональные знания теории методов физических исследований	Имеются теоретические знания методов физических исследований, но при применении допускает ошибки, которые не носят принципиальный характер, и не искажают суть физического явления.	Хорошо владеет материалом. Умеет применять свои знания ко всем стандартным задачам, получает верные ответы, но в рассуждениях допускает небольшие неточности, которые никак не сказываются на результате.	Хорошо владеет материалом. Умеет применять свои знания не только к стандартным ситуациям, но и при решении творческих задач, причём не допускает никаких ошибок и неточностей.



## ПК-3

Схема оценки уровня формирования компетенции «способность планировать и организовывать физические исследования, научные семинары и конференции».

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Способность применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин	В целом владеет материалом. Способен применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин, но при этом допускает ошибки не имеющие принципиальный характер.	Хорошо владеет материалом. Умеет применять свои знания ко всем стандартным задачам, получает верные ответы, но в рассуждениях допускает небольшие неточности, которые никак не сказываются на результат	Хорошо владеет материалом. Умеет применять свои знания не только к стандартным ситуациям, но и при решении творческих задач, причём не допускает никаких ошибок и неточностей.

Если хотя бы одна из компетенций не сформирована, то положительная оценки по дисциплине быть не может.

### 7.3. Типовые контрольные задания

#### 7.1.1. 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.

### **7.1.2. Перечень вопросов к зачету.**

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.

#### **7.4. 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.

«51 и выше» баллов – зачет

Оценка «зачтено» выставляется студенту, который

- прочно усвоил предусмотренный программой материал;
- правильно, аргументировано ответил на все вопросы, с приведением примеров;
- показал глубокие систематизированные знания, владеет приемами рассуждения и сопоставляет материал из разных источников: теорию связывает с практикой, другими темами данного курса, других изучаемых предметов
- без ошибок выполнил практическое задание.

Дополнительным условием получения оценки «зачтено» могут стать хорошие успехи при выполнении самостоятельной и контрольной работы, систематическая активная работа на семинарских занятиях.

Оценка «не зачтено» Выставляется студенту, который не справился с 50% вопросов и заданий билета, в ответах на другие вопросы допустил существенные ошибки. Не может ответить на дополнительные вопросы, предложенные преподавателем.

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

### ***а) основная литература:***

1. Боголюбов Н. Н. Лекции по квантовой статистике. (1948) в Боголюбов Н. Н. Избранные труды в трех томах. Том 2. Киев: Наукова думка, 1970. стр.287-493.
2. Бриллюэн Л. Квантовая статистика. Пер с франц. 2-е изд. М.: Едиториал УРСС, 2004. — 514 с. [ISBN 5-354-00946-4](#)
3. Каданов Л., Бейм Г., Квантовая статистическая механика. М.: Мир, 1964. - 256с.
4. Квасников И. А. Термодинамика и статистическая физика. Том 4. Квантовая статистика. М.: КомКнига, 2005. — 352с.
5. Квасников И. А. Квантовая статистика. М.: Красадар, 2011. — 576с.

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

1. Крефт В.Д., Кремп Д., Эбелинг В., Рёпке Г., Квантовая статистика систем заряженных частиц. М.: Мир, 1988. - 408с.
2. Перина Я. Квантовая статистика линейных и нелинейных оптических явлений. М.: Мир, 1987. — 368с.
3. Фудзита С., Введение в неравновесную квантовую статистическую механику. М.: Мир, 1969. - 208 с.
4. Холево А. С. Статистическая структура квантовой теории. Москва, Ижевск: ИКИ, 2003. — 192с.
5. 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. 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/>

## **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.