

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Специальный практикум

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: базовая

Махачкала 2020

Рабочая программа дисциплины «Специальный практикум» 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, Магомедов Магомед Алиевич, к.ф.-м.н., доцент

Рабочая программа дисциплины одобрена:
на заседании кафедры общей и теоретической 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 «Специальный практикум» входит в базовую часть обязательные дисциплины 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 физической картины квазичастиц, квантовой теории многочастичных систем и квантово-статистическими методами теоретической физики..

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника:

- общекультурных – ОК-3;
- общепрофессиональных – ОПК-6;
- профессиональных – ПК-1, ПК-7

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: лабораторные 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 4 зачетные единицы, в том числе в академических часах по видам учебных занятий

Семестр	Учебные занятия							Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен)	
	в том числе								
	Всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем					СРС, в том числе экзамены		
		Всего	из них						
			Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР	консультации		
3	144	68	-	54	-	-	-	90	Зачет

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Специальный практикум» являются изучение квантовых особенностей систем многих частиц, допускающих аналитическое решение и их приложения к современным задачам.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП магистратуры

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

В рамках лабораторного практикума используется умение студентов производить расчеты с помощью средств вычислительной техники. Это позволяет существенно приблизить уровень статистической культуры обработки результатов измерений в практикуме к современным стандартам, принятым в науке и производственной деятельности. На этих магистранты приобретают опыт общения с ЭВМ и использования статистических методов обработки результатов наблюдений, что совершенно необходимо для работы в специальных учебных и производственных лабораториях.

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: • комплекс знаний умений и жизненный опыт, необходимый для решения задач. Уметь: • использовать и интерпретировать всю сумму жизненных и профессиональных знаний, которые формулируют стандарты общекультурной эрудированности человека в определенной среде. Владеть: • системой знаний, понятий и

		представлений о человеке как представителя этнического общества.
ОПК-6	способность использовать знания современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе.	Знать: • новейшие достижения науки и техники и существующие проблемы в науке. Уметь: • грамотно решать практически и теоретически важные, актуальные задачи, в том числе возникающие на стыках различных научных направлений. Владеть: • навыками решения и исследования конкретных физических задач с использованием высшей математики и методами теоретической физики.
ПК-1	способность самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта.	Знать: • физические явления и основные законы природы рассматриваемых задач научных исследований назначений и принципы действия важнейших современных приборов для решений этих задач. Уметь: • объяснять наблюдаемые природные явления и решать с помощью информационных технологий; • использовать методы адекватного физического и математического моделирования. Владеть навыками: • использования основных общефизических законов и принципов в важнейших практических приложениях; • применения основных методов физико-математического анализа для решения естественнонаучных задач; • правильной эксплуатации основных приборов и оборудования современной физической лабораторий; • использования методов физического моделирования в инженерной практике.

ПК-7	способностью руководить научно- исследовательской деятельностью в области физики обучающихся по программам бакалавриата	Знать: • Программу специальных дисциплин по физике для бакалавриата; • Круг вопросов, который определен для выпускных работ бакалавров кафедры теоретической и математической физики. Уметь: • Проводить семинарские занятия для студентов при необходимости; • распределить темы выступления бакалавров на студенческом научном семинаре; анализировать выступления бакалавров на семинаре и оценить их выступления. Владеть: Различными методами привлечения студентов к научно- исследовательскому процессу
------	--	---

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 академических часа.

4.2. Структура дисциплины.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)	Самостоят. работа	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)
-------	-------------------	---------	--------	--	-------------------	--

				Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Контроль самостоятел. раб.		Форма промежуточной аттестации (по семестрам)		
Модуль 1. Квазичастицы. Формализм вторичного квантования. Метод функций Грина.											
1.	Предмет задачи многих тел. Физическая картина квазичастиц Полевые операторы. Операторы в формализме вторичного квантования. Гамильтониан и уравнение Шредингера в представлении вторичного квантования	3				6		12	опрос		
2.	Типы функций Грина и методы их вычислений. Функция Грина свободной частицы. Функция Грина квазичастицы. Функция Грина уравнения Шредингера.					8		10	опрос		
	Итого по модулю 1					14		22			
Модуль 2 Матричное представление функции Грина											
1.	Матричное представление функции Грина. Температурные функции Грина.Координатное представление функции Грина. Одночастичная функция Грина в представлении вторичного квантования.					6		12	опрос		
2	Проекционные операторы. Ряд теории возмущений Бриллюэна-Вигнера. Оператор временной эволюции. S- матрица.					8		10			
Итого по модулю 2						14		22	Письменный опрос		
Модуль 3. Теория возмущений для системы многих тел. Метод диаграмм Фейнмана.											
1.	Алгебраическая теория разложения S- матрицы. Нормальные произведения. Свёртки операторов. Теорема Вика.	3				8		10	опрос		
2.	Правила построения диаграмм Фейнмана. Классификация диаграмм Фейнмана. Диаграммное представление двухчастичной					8		10	опрос		

функции Грина								
Итого по модулю 3					16		20	Письменный опрос
Модуль 4 Диаграммы Фейнмана								
Диаграммы Фейнмана теории возмущений бесконечного порядка. Уравнение Дайсона.	3				5		12	опрос
Графическое представление одночастичной функции Грина. Графическое представление S-матрицы.	3				5		14	опрос
Итого по модулю 4					10		26	
ИТОГО	144				54		90	зачет

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

4.3.1. Содержание лекционных занятий по дисциплине.

Модуль 1. Квазичастицы. Формализм вторичного квантования. Метод функций Грина.

Предмет задачи многих тел. Физическая картина квазичастиц. Полевые операторы. Операторы в формализме вторичного квантования. Гамильтониан и уравнение Шредингера в представлении вторичного квантования.

Типы функций Грина и методы их вычислений. Функция Грина свободной частицы. Функция Грина квазичастицы. Функция Грина уравнения Шредингера.

Модуль 2 . Матричное представление функции Грина.

Температурные функции Грина. Координатное представление функции Грина. Одночастичная функция Грина в представлении вторичного квантования.

Модуль 3 Теория возмущений для системы многих тел. Метод диаграмм Фейнмана.

Проекционные операторы. Ряд теории возмущений Бриллюэна-Вигнера. Оператор временной эволюции. S- матрица. Алгебраическая теория разложения S-матрицы. Нормальные произведения. Свёртки операторов. Теорема Вика.

Модуль 4. Правила построения диаграмм Фейнмана. Классификация диаграмм Фейнмана. Диаграммное представление двухчастичной функции Грина. Диаграммы Фейнмана теории возмущений бесконечного порядка. Уравнение Дайсона. Графическое представление одночастичной функции Грина. Графическое представление S- матрицы.

4.3.2. Содержание лабораторно-практических занятий по дисциплине.

Модуль 1. Квазичастицы. Формализм вторичного квантования. Метод функций Грина.		
Название темы	Содержание темы	Объем в часах
Формализм вторичного квантования	Волновая функция системы многих частиц в формализме вторичного квантования. Дырочно-частичный формализм. Операторы рождения и уничтожения. Оператор числа частиц.	6
Гамильтониан и уравнение Шредингера в представлении вторичного квантования.	Построение гамильтониана и решение уравнения Шредингера для квантово-статистических систем многих тел в формализме вторичного квантования.	8
Модуль 2. Метод функций Грина в квантовой статистической физике		
Метод функций Грина в квантовой статистической физике	Функция Грина свободной частицы. Функция Грина квазичастицы. Функция Грина уравнения Шредингера. Матричное представление функции Грина. Разложение функции Грина в ряд по степеням оператора возмущений.	14
Модуль 3. Теория возмущений для системы многих тел. Метод диаграмм Фейнмана.		
Теория возмущений для системы многих тел	Проекционные операторы. Ряд теории возмущений Бриллюэна-Вигнера. Оператор временной эволюции. S- матрица. Алгебраическая теория разложения S- матрицы. Нормальные произведения. Свёртки операторов. Теорема Вика. S- матрица в представлении вторичного квантования. Связь одночастичной функции Грина с S- матрицей.	16
Модуль 3. Метод функций Грина в квантовой статистической физике.		

Метод диаграмм Фейнмана Метод диаграмм Фейнмана	Графическое представление S- матрицы для взаимодействующих частиц. Графическое представление S- матрицы для одночастичных взаимодействий. Теорема о разложении по связным диаграммам. Графическое представление одночастичной функции Грина.	10
--	--	----

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 лабораторно-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.

№ разде лов	Тема и вопросы самостоятельной работы студентов	Объем часов	Форма самостоятельно й работы и контроля
1	Понятие о квазичастицах. Виды квазичастиц. Квазичастичное толкование системы взаимодействующих частиц. Природа квазичастиц.	8	Подготовка к сдаче зачета. Ответ во время зачета.
2	Волновая функция системы многих частиц в формализме вторичного квантования. Дырочно-частичный формализм. Операторы рождения и уничтожения. Оператор числа частиц.	8	Подготовка к сдаче зачета. Ответ во время зачета.
3	Матричное представление функции Грина. Разложение функции Грина в ряд по степеням оператора возмущений. Дисперсионные соотношения для функций Грина.	8	Подготовка к сдаче зачета. Ответ во время зачета.
4	Координатное представление функции Грина. Одночастичная функция Грина в представлении вторичного квантования. Температурные функции Грина.	8	Подготовка к сдаче зачета. Ответ во время зачета.
5	Проекционные операторы. Ряд теории возмущений Бриллюэна-Вигнера. Оператор временной эволюции. S-матрица. Алгебраическая теория разложения S-матрицы.	8	Подготовка к сдаче зачета. Ответ во время зачета.
6	Нормальные произведения. Свёртки операторов. Теорема Вика. S-матрица в представлении вторичного квантования. Связь одночастичной функции Грина с S-матрицей.	8	Подготовка к сдаче зачета. Ответ во время зачета.

7	Графическое представление S- матрицы для взаимодействующих частиц. Графическое представление S- матрицы для одночастичных взаимодействий. Графическое представление одночастичной функции Грина.	8	Подготовка к сдаче зачета. Ответ во время зачета.
8	Диаграммное представление двухчастичной функции Грина. Диаграммная техника в импульсном пространстве. Диаграммы Фейнмана теории возмущений бесконечного порядка.	10	Подготовка к сдаче зачета. Ответ во время зачета.
9	Системы невзаимодействующих Ферми-частиц во внешнем возмущающем поле. Квазичастицы в приближении Хартри и Хартри-Фока. Уравнение Дайсона.	10	Подготовка к сдаче зачета. Ответ во время зачета.
Итого		76	

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: методическое пособие и литература по выполнению лабораторных работ.

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.	Знать: • комплекс знаний умений и жизненный опыт, необходимый для решения задач. Уметь: • использовать и интерпретировать всю сумму жизненных и профессиональных знаний, которые формулируют стандарты общекультурной эрудированности человека в определенной среде. Владеть: • системой знаний, понятий и представлений о человеке как представителе этнического общества.	Устный опрос
ОПК-6	способность использовать знания современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе.	Знать: • новейшие достижения науки и техники и существующие проблемы в науке. Уметь: • грамотно решать практически и теоретически важные, актуальные задачи, в том числе возникающие на стыках различных научных направлений. Владеть: • навыками решения и исследования конкретных физических задач с использованием высшей математики и	Устный опрос, письменный опрос, разноуровневые задачи и задания.

		методами теоретической физики.	
ПК-1	способность самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта.	Знать: - физические явления и основные законы природы рассматриваемых задач научных исследований назначений и принципы действия важнейших современных приборов для решений этих задач. Уметь: - объяснять наблюдаемые природные явления и решать с помощью информационных технологий - использовать методы адекватного физического и математического моделирования. Владеть: навыками: - использования основных общефизических законов и принципов в важнейших практических приложениях; - применения основных методов физико-математического анализа для решения естественнонаучных задач; - правильной эксплуатации основных приборов и оборудования современной	Устный опрос, письменный опрос, разноуровневые задачи и задания, доклад.

		физической лабораторий; • использования методов физического моделирования в инженерной практике.	
ПК-7	способностью руководить научно-исследовательской деятельностью в области физики обучающихся по программам бакалавриата	Знать: • Программу специальных дисциплин по физике для бакалавриата; • Круг вопросов, который определен для выпускных работ бакалавров кафедры теоретической и математической физики. Уметь: • Проводить семинарские занятия для студентов при необходимости; • распределить темы выступления бакалавров на студенческом научном семинаре; анализировать выступления бакалавров на семинаре и оценить их выступления. Владеет: Различными методами привлечения студентов к научно-исследовательскому процессу	Устный опрос, письменный опрос, разноуровневые задачи и задания.

7.2. Типовые контрольные задания

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

Квазичастицы. Формализм вторичного квантования. Метод функций Грина.

1. Предмет задачи многих тел.
2. Физическая картина квазичастиц.
3. Волновая функция системы многих частиц в формализме вторичного квантования.
4. Дырочно-частичный формализм.
5. Операторы рождения и уничтожения.
6. Оператор числа частиц.
7. Полевые операторы. Операторы в формализме вторичного квантования.
8. Гамильтониан и уравнение Шредингера в представлении вторичного квантования.
9. Дырочно-частичное описание вторичного квантования.
10. Типы функций Грина и методы их вычислений.
11. Функция Грина свободной частицы.
12. Функция Грина квазичастицы.
13. Функция Грина уравнения Шредингера.
14. Матричное представление функции Грина.
15. Разложение функции Грина в ряд по степеням оператора возмущений.
Дисперсионные соотношения для функций Грина.
16. Координатное представление функции Грина.
17. Одночастичная функция Грина в представлении вторичного квантования.
18. Температурные функции Грина.
19. Проекционные операторы. Ряд теории возмущений Бриллюэна-Вигнера.
20. Оператор временной эволюции. S- матрица.
21. Алгебраическая теория разложения S- матрицы.
22. Нормальные произведения. Свёртки операторов. Теорема Вика.
23. S- матрица в представлении вторичного квантования.
24. Связь одночастичной функции Грина с S- матрицей.
25. Общая постановка вопроса. Правила построения диаграмм Фейнмана.
26. Графическое представление S- матрицы для взаимодействующих частиц.
27. Графическое представление S- матрицы для одночастичных взаимодействий.
28. Классификация диаграмм Фейнмана.
29. Теорема о разложении по связным диаграммам.
30. Графическое представление одночастичной функции Грина.
31. Диаграммное представление двухчастичной функции Грина.
32. Диаграммная техника в импульсном пространстве.
33. Диаграммы Фейнмана теории возмущений бесконечного порядка.
34. Системы невзаимодействующих Ферми-частиц во внешнем возмущающем поле.

35. Квазичастицы в приближении Хартри и Хартри-Фока.
36. Уравнение Дайсона.

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:

Лабораторные занятия

- | | |
|---|--------------|
| • посещение занятий и наличие конспекта | – 15 баллов, |
| • получение допуска к выполнению работы | – 20 баллов, |
| • выполнение работы и отчета к ней | – 25 баллов, |
| • защита лабораторной работы | – 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)

б) дополнительная литература:

1. Займан Дж. Современная квантовая теория, - М.: Мир, 1971
2. Мигдал А.Б., Качественные методы в квантовой теории. – М.: Наука, 1975.
3. Марч Н., Янг У., Сампантхар С. проблема многих тел в квантовой механике. М.: мир, 1969.

4. Абрикосов А.А., Горьков Л.П., Дзялошинский И.Е., Методы квантовой теории поля в статистической физике. И.: Физматгиз, 1962.
5. Маттук Р. Фейнмановские диаграммы в проблеме многих тел. М.: Мир, 1969.
6. Мигдал А.В., Теория конечных Ферми-систем и свойства атомных ядер. – М.: Наука, 1983.

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 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.пф/>. 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,
- описание лабораторных работ.

Оптимальным путем освоения дисциплины является посещение и выполнение всех лабораторных.

На лабораторных занятиях рекомендуется деятельность студента в форме выполнения лабораторной работы, также предполагается возможность задавать вопросы на уточнение понимания. Подготовка к лабораторным занятиям включает проработку материалов лекций, рекомендованной учебной литературы.

Перед проведением зачета проводится коллективная аудиторная консультация. 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. Электронные ресурсы издательства «Лань» <http://e.lanbook.com>
<http://physweb.ru/db/section/e190500000>;
2. Ресурсы российской электронной библиотеки <http://elibrary.ru/>;

3. Компьютерное оборудование, информационные материалы, имеющиеся на кафедре теоретической и математической физики ДГУ и в библиотеке ДГУ.

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Технические средства обучения, используемые в учебном процессе для освоения дисциплины:

1. компьютерное оборудование;
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.