

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Математические методы теоретической физики

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

Махачкала 2020г.

Рабочая программа дисциплины составлена в 2020 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.04.02 – «Физика» (уровень магистратура) от «7» августа 2014г. № 937.

Разработчик: кафедра Общей и теоретической физики
Идаятов Эждер Инаятович. к.ф.-м.н., доцент

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

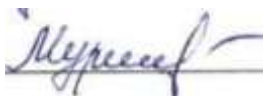
Зав. кафедрой



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 «Математические методы теоретической физики» входит в вариативную часть 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 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.

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, контрольной работы и промежуточный контроль в форме дифференцированного зачета.

Объем дисциплины 2 зачетные единицы, в том числе в академических часах по видам учебных занятий

Семе стр	Учебные занятия								Форма промежуточн ой аттестации (зачет, дифференцир ованный зачет, экзамен
	в том числе								
	Всего	Всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем					СРС, в том числе экзамене н	
			из них						
			Лекции	Лабораторн ые занятия	Практичес кие занятия	КСР	консульта ции		
9	72	34	16	-	18	-	-	38	зачет

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Математические методы теоретической физики» 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 бакалавриата

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 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 студента.

Данная дисциплина призвана выработать профессиональные компетенции, связанные со способностью применять математические методы для решения различных задач теоретической 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">методы математической физики, различные разделы математики: дифференциальное и интегральное исчисления, векторный и тензорный анализ. Уметь: <ul style="list-style-type: none">применять полученные знания для решения различных задач в физике;саморазвиваться для применения этих методов в сложных разделах физики.

ОПК-6	Способность использовать знания современных проблем и новейших достижений в научно-исследовательской работе.	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • современные проблемы, которые необходимо решать; • новейшие достижения физики, которые произошли и происходят постоянно. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • строить математические модели современных проблем и для решения задач, для которых построены модели; • применять математические методы, используемые в физике. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • различными методами, разделами математики для исследования различных физических явлений.
ПК-2	способность свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач, и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности.	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • основные законы физики, основные разделы физики: теоретическую механику, электродинамику, квантовую механику, статистическую физику. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • применять законы и достижения физики для решения различных инновационных задач, применять методы математики для этой цели. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • методами грамотного построения планов различных научных семинаров и занятий, установления связей между изучаемыми проблемами и законами различных физических дисциплин.

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 2 зачетные единицы - 72 академических часа.

4.2. Структура дисциплины.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Самостоят. работа	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практич. занятия	Лабораторные занятия	Контроль		
Модуль 1.									
1.	Дифференцирование функций.	9		1	1			3	опрос
2.	Интегрирование.			1	2			3	опрос
3.	Приближенные вычисления.			2	2			4	опрос
4.	Операции с матрицами.			1	1			2	опрос
5.	Векторы и Тензоры.			2	2			3	опрос
6.	Разложения функций в ряды.			1	2			3	опрос
Итого по модулю 1				8	10			18	контрольная работа
Модуль 2.									
1.	Теория групп.	9		1	1			2	опрос
2.	Статистические распределения.			2	1			4	опрос
3.	Специальные функции. δ -функция Дирака.			1	2			4	опрос
4.	Вычеты.			2	1			3	опрос
5.	Функция Грина			1	1			3	опрос

6.	Дифференциальные уравнения			1	2			4	опрос
Итого по модулю 2				8	8			18	контрольная работа
ИТОГО				16	18			36	зачет

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

4.3.1. Содержание лекционных занятий по дисциплине.

Модуль 1. Дифференцирование функций. Вычисление интегралов.

Матрицы. Векторный и тензорный анализ.

Дифференцирование функций. Вычисление интегралов. Приближенные вычисления. Векторный и тензорный анализ. Разложение функций в ряды. Метрический тензор.

Модуль 2. Теория групп. Статистические распределения. Специальные функции.

Функции комплексного переменного. Вычеты. Функция Грина. δ -функция Дирака. Дифференциальные уравнения 1-го и 2-го порядка. Системы дифференциальных уравнений. Граничные и начальные условия.

4.3.2. Содержание лабораторно-практических занятий по дисциплине.

Модуль 1. Дифференцирование функций. Вычисление интегралов. Матрицы. Векторный и тензорный анализ.		
Название темы	Содержание темы	Объем в часах
Дифференцирование и операции с матрицами.	Вычисление производных и дифференцирование функций. Матрицы. Определители. Собственные значения матриц.	2
Интегрирование функций.	Методы интегрирования. Вычисление несобственных интегралов.	2
Приближенные вычисления.	Методы трапеций. Метод парабол. Формула Ньютона.	2
Векторы и тензоры.	Операции над векторами. Метрический тензор. Контра- и ковариантные компоненты.	2
Разложение функций в ряды.	Ряд Фурье. Сходимость рядов. Сумма ряда.	2

Модуль 2. Теория групп. Статистические распределения. Специальные функции.		
<i>Теория групп статистические распределения.</i>	<i>Абелевы группы. Представления групп. Распределения Максвелла, Больцмана.</i>	<i>2</i>
<i>Специальные функции. Функции Дирака.</i>	<i>Функции Лагерра, Эрмита, Лежандра. Сферические функции.</i>	<i>2</i>
<i>Вычеты. Функция Грина.</i>	<i>Теория вычетов. Полюс m-го порядка. Функция Грина.</i>	<i>2</i>
<i>Дифференциальные уравнения.</i>	<i>Дифференциальные уравнения 1-го и 2-го порядков. Системы дифференциальных уравнений.</i>	<i>2</i>

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;
- поиск и обзор научных публикаций и электронных источников по тематике дисциплины;
- выполнение курсовых работ (проектов);

- написание рефератов;
- работа с тестами и вопросами для самопроверки.

Разделы и темы для самостоятельного изучения	Виды и содержание самостоятельной работы
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, различных термодинамических процессов. Принципы адиабатической и изотермической недостижимости.
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
Псевдоортонормированные 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.

Студентам представляется раздаточный материал: тезисы лекций, перечень обязательных задач, темы курсовых работ, 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	Код и наименование индикатора достижения компетенций (в соответствии с ПООП (при наличии))	Планируемые результаты обучения	Процедура освоения
ОК-3		<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> методы математической физики, различные разделы математики: дифференциальное и интегральное исчисления, векторный и тензорный анализ. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> применять полученные знания для решения различных задач в физике; саморазвиваться для применения этих методов в сложных разделах физики. 	Устный опрос, разноуровневые задачи и задания
ОПК-6		<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> современные проблемы, которые необходимо решать; 	Письменный опрос, разноуровневые

		<ul style="list-style-type: none"> • новейшие достижения физики, которые произошли и происходят постоянно. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • строить математические модели современных проблем и для решения задач, для которых построены модели: • применять математические методы, используемые в физике. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • различными методами, разделами математики для исследования различных физических явлений. 	задачи и задания
ПК-2		<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • основные законы физики, основные разделы физики: теоретическую механику, электродинамику, квантовую механику, статистическую физику. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • применять законы и достижения физики для решения различных инновационных задач, применять методы математики для этой цели. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • методами грамотного построения планов различных научных семинаров и занятий, установления связей между изучаемыми проблемами и законами различных физических дисциплин. 	Устный и письменный опрос

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 σ -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 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 δ - 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 $\operatorname{div} \vec{a}$, $\operatorname{grad}(\vec{a} \cdot \vec{b})$, $\operatorname{rot} \vec{a}$.
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. |

«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. Павленко А.Н. Уравнения математической физики [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Н. Павленко, О.А. Пихтилькова. — Электрон. текстовые данные. — Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2013. — 100 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/30134.html> (12.10.2018)
2. Куликов Г.М. Метод Фурье в уравнениях математической физики [Электронный ресурс] : учебное пособие / Г.М. Куликов, А.Д. Нахман. — 2-е изд. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2018. — 91 с. — 978-5-4486-0196-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/71568.html> (12.10.2018)
3. Высшая математика. Том 6. Специальные функции. Основные задачи математической физики. Основы линейного программирования

[Электронный ресурс] : учебник / осподариков А.П. Г [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Санкт-Петербургский горный университет, 2015. — 122 с. — 978-5-94211-720-7. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/71692.html> (12.10.2018)

4. Зельдович Я. Б, Мышкис А. Д. Элементы прикладной математики. Изд-во: Лань, 2002;
5. Крайнов В.П. Избранные Математические методы теоретической физики. Уч.пособие, 1992;
6. Арфккен Г. Математические методы в физике / М.: Атомиздат, 1970;
7. Топтыгин И.Н. Современная электродинамика – часть 2 – Теория электромагнитных явлений в веществе / М.: Ижевск, 2005. – 848 с.

б) дополнительная литература:

1. Алашеева Е.А. Уравнения математической физики [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е.А. Алашеева. — Электрон. текстовые данные. — Самара: Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2016. — 162 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/71896.html> (12.10.2018)
2. Морс Ф.М., Фешбах Г. Методы теоретической физики / М.: ИЛ, 1958. –т.1;
3. Морс Ф.М., Фешбах Г. Методы теоретической физики / М.: ИЛ, 1960. –т.2;
4. Зельдович Я.Б. Высшая математика для начинающих и ее приложения к физике. – изд. 3. – 1965.

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 госуниверситета.

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.

- 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.