

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет математики и компьютерных наук

**Рабочая программа дисциплины**

**Ортогональные системы функций  
и квадратурные формулы**

Кафедра математического анализа  
факультета математики и компьютерных наук

Образовательная программа магистратуры  
01.04.01 Математика

Направленность (профиль) подготовки  
Математический анализ

Форма обучения  
очная

Статус дисциплины: часть ОПОП, формируемая участниками  
образовательных отношений; модуль профильной направленности

Махачкала, 2022

Рабочая программа дисциплины *Ортогональные системы функций и квадратурные формулы* составлена в 2022 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО - магистратура по направлению подготовки 01.04.01 Математика от 10.01. 2018 г. № 12.

Разработчик: кафедра математического анализа,  
Ризаев М.К., к.ф.-м.н., доцент

Рабочая программа дисциплины одобрена:

на заседании кафедры математического анализа  
от 22 марта 2022 г., протокол № 7.

Зав. кафедрой  Рамазанов А.-Р.К.

на заседании методического совета факультета математики и компьютерных наук  
от 23 марта 2022 г., протокол № 4.

Председатель  Ризаев М.К.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим  
управлением «31» 03 2022 г.

Начальник УМУ  Гасангаджиева А.Г.

## Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина *Ортогональные системы функций и квадратурные формулы* входит в часть ОПОП, формируемую участниками образовательных отношений (модуль профильной направленности), образовательной программы магистратуры по направлению 01.04.01 Математика.

Дисциплина реализуется на факультете *математики и компьютерных наук* кафедрой *математического анализа*.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с аппроксимативными свойствами ортогональных систем функций и их приложений к квадратурным формулам.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника:  
*общепрофессиональных – ОПК-1;*  
*профессиональных – ПК-1, ПК-2.*

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

*знать:* общие свойства ортогональных систем функций, классические ортогональные многочлены и свойства их нулей, интерполяционные полиномы Лагранжа и Ньютона, интерполяционные и типа Гаусса квадратурные формулы;

*уметь:* применять свойства ортогональных систем функций для составления квадратурных формул, выбора их узлов и в оценках остаточного члена в приближенных вычислениях интегралов и других задачах прикладной математики;

*владеть:* методами теории ортогональных систем функций в исследованиях квадратурных формул и в других областях научно-исследовательской деятельности.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: *лекции, практические занятия, самостоятельная работа.*

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение контроля успеваемости в форме *коллоквиума* и промежуточного контроля в форме *экзамена*.

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

Семестр	Учебные занятия на очном отделении							Форма промежуточной аттестации	
	Всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем					СРС, в том числе экзамен		
		Всего	из них						
			Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР			Консультации
1	108	36	18	-	18	-	-	36+36	экзамен

### 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины *Ортогональные системы функций и квадратурные формулы* являются:

- освоение основных свойств ортогональных систем функций, их приложений к квадратурным формулам;

- творческое овладение основными методами современной теории ортогональных систем функций.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП магистратуры

Дисциплина *Ортогональные системы функций и квадратурные формулы* входит в часть ОПОП, формируемую участниками образовательных отношений (модуль профильной направленности), образовательной программы магистратуры по направлению 01.04.01 Математика.

Знания по данному курсу необходимы при работе над диссертацией и в дальнейшей научно-исследовательской работе по выбранному направлению.

Изучение данной дисциплины предполагает хорошее знание основных разделов математического анализа, функционального анализа, комплексного анализа, теории меры, численных методов.

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

Код и наименование компетенции из ФГОС ВО	Код и наименование индикатора достижения компетенций	Планируемые результаты обучения	Процедура освоения
ОПК-1. Способен формулировать и решать актуальные и значимые проблемы математики	ОПК-1.1. Обладает базовыми знаниями, полученными в области математических и естественных наук.	<i>Знает:</i> теоретические основы базовых математических дисциплин (математического анализа, комплексного и функционального анализа алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений, дискретной математики и математической логики, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, численных методов), а также теоретической механики, физики. <i>Умеет:</i> решать задачи, связанные с исследованием свойств функций и их производных, с интегрированием, с изучением функциональных рядов, с	Устный опрос, контрольные работы

		<p>дифференциальными уравнениями, с численным решением дифференциальных уравнений, с алгебраическими уравнениями и их системами.</p> <p><i>Владеет:</i> базовыми методами современного математического анализа по исследованию математических и естественнонаучных задач.</p>	
	<p>ОПК-1.2. Умеет использовать базовые знания в области математики в профессиональной деятельности.</p>	<p><i>Знает:</i> способы использования знаний в различных областях математики при решении конкретных задач в области математики и естественных наук.</p> <p><i>Умеет:</i> применять различные методы современного математического анализа по исследованию математических и естественнонаучных задач.</p> <p><i>Владеет:</i> навыками применения методов современного математического анализа при решении конкретных задач в области математики и естественных наук.</p>	<p>Устный опрос, контрольные работы</p>
	<p>ОПК-1.3. Имеет навыки выбора методов решения задач профессиональной деятельности на основе теоретических знаний.</p>	<p><i>Знает:</i> различные методы современного математического анализа по исследованию математических и естественнонаучных задач.</p> <p><i>Умеет:</i> корректно выбрать методы решения конкретной задачи в области математики и естественных наук.</p> <p><i>Владеет:</i> навыками выбора</p>	<p>Устный опрос, контрольные работы</p>

		методов решения задач современного математического анализа.	
ПК-1. Способен понимать и применять в научно-исследовательской и прикладной деятельности современный математический аппарат, основные законы естествознания, современные языки программирования и программное обеспечение, операционные системы и сетевые технологии.	ПК-1.1. Обладает базовыми знаниями, полученными в области математических и (или) естественных наук, программирования и информационных технологий.	<p><i>Знает:</i> основы математического анализа и различные приложения дифференциального и интегрального исчисления в математических и естественных науках; современные языки программирования и современные информационные технологии.</p> <p><i>Умеет:</i> применять дифференциальное и интегральное исчисления для решения различных задач математических и естественных наук; составлять программы на современных языках программирования.</p> <p><i>Владеет:</i> базовыми методами дифференциального и интегрального исчислений; навыками программирования на современных языках.</p>	Изучение тем последовательно по модулям с последующим проведением коллоквиумов.
	ПК-1.2. Умеет находить, формулировать и решать стандартные задачи в собственной научно-исследовательской деятельности в математике и информатике.	<p><i>Знает:</i> области применения дифференциального и интегрального исчисления; различные языки программирования.</p> <p><i>Умеет:</i> решать задачи, связанные: с исследованием свойств функций и их производных, с изучением функциональных рядов, с оценкой погрешности аппроксимации функций; применять различные языки программирования в численном анализе.</p>	Изучение тем последовательно по модулям с последующим проведением коллоквиумов.

		<i>Владеет:</i> методами дифференциального исчисления для исследования функций и навыками приложения интегрального исчисления к геометрии, физике и другим естественным наукам.	
	ПК-1.3. Имеет практический опыт научно-исследовательской деятельности в математике и информатике.	<i>Знает:</i> методы исследования функций с помощью производных, вычисления интегралов; методы исследования сходимости рядов; численные методы анализа; современные информационные технологии. <i>Умеет:</i> применять методы исследования функций с помощью производных, вычисления интегралов и методы исследования сходимости рядов в численном анализе с использованием современных информационных технологий. <i>Владеет:</i> навыками решения задач численного анализа с использованием методов дифференциального и интегрального исчисления.	Изучение тем последовательно по модулям с последующим проведением коллоквиумов.
ПК-2. Способен владеть навыками участия в научных дискуссиях, выступления с сообщениями и докладами, устного, письменного и виртуального (размещение в информационных сетях) характера;	ПК-2.1. Знает принципы построения научной работы, методы сбора и анализа полученного материала, формы подготовки научных публикаций, рефератов и библиографий по тематике проводимых исследований.	<i>Знает:</i> основы использования информационных технологий в науке; основные направления использования информационных технологий в научных исследованиях. <i>Умеет:</i> применять современные методы и средства автоматизированного анализа и	Устный опрос, контрольные работы

<p>представления материалов собственных исследований; проводить корректуру, редактирование, реферирование работ.</p>		<p>систематизации научных данных; использовать современные информационные технологии для подготовки традиционных и электронных научных публикаций. <i>Владеет:</i> навыками использования информационных технологий в организации и проведении научного исследования; навыками применения информационных технологий обработки и представления информации; навыками автоматизации подготовки документов в различных текстовых и графических редакторах.</p>	
	<p>ПК-2.2. Умеет представлять научные результаты, составлять научные документы и отчеты.</p>	<p><i>Знает:</i> основные методы критического анализа и оценки современных научных достижений; методику представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме. <i>Умеет:</i> критически анализировать современные научные достижения в области математического анализа. <i>Владеет:</i> навыками анализа и оценки современных научных достижений в области математического анализа; навыками перевода научных текстов и современными технологиями научной коммуникации на русском и иностранном языках.</p>	<p>Устный опрос, контрольные работы</p>



	<p>ПК-2.3. Имеет практический опыт выступлений и научной аргументации в профессиональной деятельности, использования сети Интернет, аннотирования, реферирования, библиографического разыскания и описания, опыт работы с научными источниками.</p>	<p><i>Знает:</i> основные методы критического анализа и оценки современных научных достижений; основные методы работы по информационным технологиям.</p> <p><i>Умеет:</i> публично представлять результаты научно-исследовательской работы; применять современные методы и средства автоматизированного анализа и систематизации научных данных; использовать современные информационные технологии для подготовки научных публикаций; практически использовать образовательные ресурсы Интернет в научно-исследовательской работе.</p> <p><i>Владеет:</i> современными технологиями научной коммуникации; навыками представления научных отчетов и докладов с аргументированным анализом в области математического анализа; навыками использования современных баз данных; навыками применения мультимедийных технологий обработки и представления информации; навыками автоматизации подготовки документов в различных текстовых и графических редакторах.</p>	<p>Устный опрос, контрольные работы</p>
--	---	--	---

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

4.1. Объем дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 академических часов.

4.2. Структура дисциплины

Названия разделов и тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Аудиторные занятия, в том числе				Самостоят. работа	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			лекции	практ. занятия	лабор. работы	Контр. сам. раб.		
<b>Модуль 1. Ортогональные системы</b>								
1. Построение ортогональных систем			4	4			12	
2. Алгебраические свойства и свойства нулей ортогональных многочленов			2	2			12	
<b>Всего по модулю 1</b>	<b>1</b>		<b>6</b>	<b>6</b>			<b>24</b>	КОЛЛОКВИУМ
<b>Модуль 2. Квадратурные формулы</b>								
1. Квадратурные формулы. Остаточный член			4	4			4	
2. Квадратурные формулы интерполяционного типа			4	4			4	
3. Квадратурные формулы типа Гаусса			4	4			4	
<b>Всего по модулю 2</b>	<b>1</b>		<b>12</b>	<b>12</b>			<b>12</b>	КОЛЛОКВИУМ
<b>Модуль 3. Промежуточная аттестация</b>								
Экзамен	<b>1</b>							<b>Экзамен</b>
<b>ИТОГО за семестр</b>	<b>1</b>		<b>18</b>	<b>18</b>			<b>36</b>	<b>36</b>

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

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

##### Модуль 1. Ортогональные системы

Тема 1. Построение ортогональных систем.

Общие ортогональные системы, их построение. Классические ортогональные многочлены.

Тема 2. Алгебраические свойства и свойства нулей ортогональных многочленов.

Алгебраические свойства и свойства нулей классических ортогональных многочленов.

##### Модуль 2. Квадратурные формулы

Тема 3. Квадратурные формулы. Остаточный член.  
Постановка вопроса. Простейшие квадратурные формулы.  
Оценка остаточного члена. Погрешность квадратурной формулы на классах дифференцируемых функций.  
Тема 4. Квадратурные формулы интерполяционного типа.  
Интерполяционная формула Лагранжа. Оценка погрешности через модуль непрерывности. Равноотстоящие узлы и чебышевские узлы.  
Тема 5. Квадратурные формулы типа Гаусса.  
Точность квадратурных формул на многочленах. Квадратурные формулы интерполяционно-ортогонального типа.  
Некоторые нерешенные задачи в теории квадратурных формул.

#### ***4.3.2. Содержание практических занятий по дисциплине***

##### **Модуль 1. Ортогональные системы**

Тема 1. Построение ортогональных систем.  
Классические весовые функции. Построение ортогональных многочленов. Формула Родрига.  
Тема 2. Алгебраические свойства и свойства нулей ортогональных многочленов.  
Алгебраические свойства и свойства нулей многочленов Чебышева.

##### **Модуль 2. Квадратурные формулы**

Тема 3. Квадратурные формулы. Остаточный член.  
Простейшие квадратурные формулы.  
Оценка остаточного члена. Погрешность квадратурной формулы.  
Тема 4. Квадратурные формулы интерполяционного типа.  
Модуль непрерывности и некоторые способы его оценки. Оценка погрешности квадратурных формул через модуль непрерывности.  
Тема 5. Квадратурные формулы типа Гаусса.  
Точность квадратурных формул на многочленах. Квадратурные формулы типа Гаусса.

#### **5. Образовательные технологии**

В основе преподавания дисциплины лежит лекционно-семинарская система обучения, что связано с необходимостью активного продумывания теоретического материала, содержащего глубокие и абстрактные понятия. Индивидуальные особенности обучающихся учитываются подбором заданий разного уровня сложности для самостоятельной работы студентов.

По данной дисциплине учебным планом предусмотрено также проведение занятий в интерактивных формах. Лекции проводятся в аудиториях, оснащенных видеопроекторами. В университете функционирует Центр современных образовательных технологий, в котором предусматриваются мастер-классы специалистов.

#### **6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов**

##### *Учебно-методические пособия для самостоятельной работы*

1. Крылов В. И. Приближенное вычисление интегралов.- М. : Наука, 1967 г.
2. Бейтмен Г., Эрдейн А. Высшие трансцендентные функции. Т.1. Гипергеометрическая функция, функции Лежандра / Пер. с англ.- 2-е изд.- М. : Наука, 1973
3. Никифоров А.Ф., Сулов С.К., Уваров В.Б. Классические ортогональные многочлены дискретной переменной.- М.: Наука, 1985.

## Задания для самостоятельной работы

### Вопросы и темы для самостоятельного изучения

1. Полиномы Чебышева I и II родов. Их экстремальные свойства.
2. Аппроксимативные свойства рядов по полиномам Чебышева.
3. Ультрасферические полиномы Якоби. Их свойства.
4. Квадратурные формулы типа Гаусса. Сравнение с интерполяционными квадратурными формулами.
5. Функции Бесселя. Основные свойства.
6. Гипергеометрические функции Гаусса.
7. Дискретные ортогональные полиномы. Их приложения.

### Рефераты и доклады по темам для самостоятельной работы

Разделы и темы для самостоятельного изучения	Виды и содержание самостоятельной работы
<b>Модуль 1. Ортогональные системы</b>	
1. Построение ортогональных систем	Доклад на тему: Полиномы Чебышева.
2. Алгебраические свойства и свойства нулей ортогональных многочленов	Доклад на тему: Гипергеометрические функции и ортогональные многочлены.
<b>Модуль 2. Квадратурные формулы</b>	
1. Квадратурные формулы. Остаточный член	Доклад на тему: Модуль непрерывности и классы Гельдера.
2. Квадратурные формулы интерполяционного типа	Доклад на тему: Квадратурные формулы по равноотстоящим узлам.
3. Квадратурные формулы типа Гаусса	Доклад на тему: Оценка остатка квадратурных формул Гаусса.

## 7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

### 7.1. Типовые контрольные задания

#### Примерные вопросы к коллоквиуму по модулям 1 и 2

1. Различные способы построения ортогональных многочленов.
2. Алгебраические свойства и свойства нулей ортогональных многочленов.
3. Разложение функций по классическим ортогональным многочленам.
4. Квадратурные формулы интерполяционного типа.
5. Квадратурные формулы типа Гаусса.

7.2. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля - 50% и промежуточного контроля - 50%.

Текущий контроль по дисциплине включает:

- посещение занятий - 10 баллов,
- участие на практических занятиях - 20 баллов,
- Изучение тем модулей 1 и 2 – 30 баллов,
- выполнение аудиторных контрольных работ - 40 баллов.

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

- устный опрос (экзамен) - 100 баллов.

*Критерии оценки по коллоквиуму*

По данному модулю студенту выставляются:

- 1) 10 баллов, если он *знает* основные понятия, определения, формулировки основных утверждений из данного раздела и *умеет* их иллюстрировать на различных примерах;
- 2) 20 баллов, если он *знает* основные понятия, определения, формулировки основных утверждений из данного раздела и *умеет* доказывать различные из них;
- 3) 30 баллов, если он *знает* основные понятия, определения, формулировки основных утверждений из данного раздела и *умеет* доказывать их.

Эти баллы учитываются при выводе общего результата как интегральной оценки, складывающейся из текущего контроля и промежуточного контроля.

*Критерии оценки по контрольной работе*

Если студент *владеет* по данному модулю навыками решения типичных задач, то по этому модулю ему выставляются:

- 1) 30 баллов;
- 2) 20 баллов в случае наличия неточностей;
- 3) 10 баллов в случае наличия некоторых допустимых ошибок.

Эти баллы учитываются при выводе общего результата как интегральной оценки, складывающейся из текущего контроля и промежуточного контроля.

*Критерии оценки по тестированию*

Если студент *умеет* давать анализ теста по данному модулю, то по этому модулю ему выставляются: 10 баллов за удовлетворительный анализ, 20 баллов за достаточно полный анализ, 30 баллов за глубокий анализ, которые учитываются при выводе общего результата как интегральной оценки, складывающейся из текущего контроля и промежуточного контроля.

*Критерии оценки на экзаменах*

Экзамены проводятся в соответствии с положением о курсовых экзаменах, как правило, по заранее подготовленным и утвержденным экзаменационным билетам. В билет рекомендуется включать не менее двух вопросов учебной программы курса, а также при необходимости можно включить задачи и примеры. Результаты курсового экзамена оцениваются по 100-балльной системе ориентировочно по следующим критериям:

1) оценка «отлично», если у студента от 86 до 100 баллов с учетом степени усвоения, *высокий уровень* знаний по программе курсового экзамена, отвечает четко и логически обоснованно;

2) оценка «хорошо», если у студента от 66 до 85 баллов с учетом степени усвоения, *достаточно высокий уровень* знаний по программе курсового экзамена, отвечает в основном четко и логически обоснованно, но допускает отдельные неточности.

3) оценка «удовлетворительно», если у студента от 51 до 65 баллов с учетом степени усвоения, *достаточный уровень* знаний по программе курсового экзамена,

отвечает в основном правильно и в логической последовательности, но допускает отдельные неточности;

4) оценка «неудовлетворительно», если у студента от 0 до 50 баллов с учетом степени усвоения, *недостаточный уровень* знаний по программе курсового экзамена, имеются существенные пробелы в усвоении важных математических понятий программы курса, допускает ошибки в формулировках и доказательствах базовых теорем из программы курса.

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

### ***а) адрес сайта курса***

<http://cathedra.dgu.ru/OfTheDepartment.aspx?id=5>

### ***б) основная литература:***

1. [Колмогоров А. Н., Фомин С. В. Элементы теории функций и функционального анализа](#) - Москва: Физматлит, 2012

Колмогоров, А.Н. Элементы теории функций и функционального анализа / А.Н. Колмогоров, С.В. Фомин. - 7-е изд. - Москва : Физматлит, 2012. - 573 с. - (Классический университетский учебник). - ISBN 978-5-9221-0266-7 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=82563> ().

2. [Натансон И. П. Конструктивная теория функций](#) - Москва , Ленинград:

Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1949

Натансон, И.П. Конструктивная теория функций / И.П. Натансон. - Москва ; Ленинград : Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1949. - 688 с. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=479695> ().

3. [Суетин П. К. Классические ортогональные многочлены](#) - Москва: Наука, 1979

Суетин, П.К. Классические ортогональные многочлены / П.К. Суетин. - Изд. 2-е, доп. - Москва : Наука, 1979. - 415 с. : ил. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=464157> ().

4. Крылов В. И. Приближенное вычисление интегралов\_ Москва: Наука, 1967

Крылов, В.И. Приближенное вычисление интегралов / В.И. Крылов ; ред. А.Ф. Лапко. - Изд. 2-е, доп. - Москва : Наука, 1967. - 400 с. : ил. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457007> ().

### ***в) дополнительная литература:***

1. Бахвалов Н. С. Численные методы : анализ, алгебра, обыкновенные дифференциальные уравнения\_ Москва: Наука, 1975

Бахвалов, Н.С. Численные методы: анализ, алгебра, обыкновенные дифференциальные уравнения / Н.С. Бахвалов ; ред. И.М. Овчинниковой, Е.В. Шикина. - Москва : Наука, 1975. - 632 с. : ил. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=456941> ().

2. Карлин С., Стадден В. Чебышевские системы и их применение в анализе и статистике - Москва: Наука, 1976

Карлин, С. Чебышевские системы и их применение в анализе и статистике / С. Карлин, В. Стадден ; пер. с англ. под ред. С.М. Ермакова. - Москва : Наука, 1976. - 568 с.; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=459751> ().

3. Бейтмен Г. и Эрдейи А. Высшие трансцендентные функции. Гипергеометрическая функция. Функции Лежандра / Бейтмен Г. и Эрдейи А. ; Пер. с англ. Н.Я. Виленкина.- М.: "Наука", 1965. - 294 с. : с черт. ; 22 см.

4. Никишин, Е.М. Рациональные аппроксимации и ортогональность / Никишин, Евгений Михайлович, В. Н. Сорокин. - М. : Наука, 1966. - 254,[1] с. ; 21 см. - Библиогр.: с. 246-252 (173 назв.). - Пред. указ.: с. 253-255. - 3-20.

### **9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины:**

1. <http://elibrary.ru> – eLIBRARY – Научная электронная библиотека

2. [http://window.edu.ru/window/catalog?p\\_rubr=2.2.74.12](http://window.edu.ru/window/catalog?p_rubr=2.2.74.12) – Единое окно доступа к электронным ресурсам

3. <http://springerlink.com/mathematics-and-statistics/> - платформа ресурсов издательства Springer

4. <http://edu.dgu.ru/> - Образовательный сервер ДГУ

5. 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/>.

### **10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Учебная программа по дисциплине распределена по темам и по часам на лекции и практические занятия; предусмотрена также самостоятельная учебная работа студентов. По каждой теме преподаватель указывает студентам необходимую литературу (учебники, учебные пособия, сборники задач и упражнений), а также соответствующие темам параграфы и номера упражнений и задач.

Самостоятельная работа студентов складывается из работы над лекциями, с учебниками, решения рекомендуемых задач, подготовки к докладу или реферату, а также из изучения тем модулей 1 и 2, подготовки к контрольным работам и к сдаче экзаменов.

При работе с лекциями и учебниками особое внимание следует уделить изучению основных понятий и определений по данному разделу, а также особенностям примененных методов и технологий доказательства теорем. Решение достаточного количества задач по данной теме поможет творческому овладению методами доказательства математических утверждений.

После изучения каждой темы рекомендуется самостоятельно воспроизвести основные определения, формулировки и доказательства теорем. Для самопроверки рекомендуется также использовать контрольные вопросы, приводимые в учебниках после каждой темы.

Основная цель практических занятий – подготовка студентов к самостоятельной работе над теоретическим материалом и к решению задач и упражнений.

### **11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине рекомендуются компьютерные технологии, основанные на операционных системах Windows, Ubuntu, Linux, прикладные программы Mathcad, Matlab, Mathematica, а также сайты образовательных учреждений и журналов, информационно-справочные системы,

электронные учебники.

При проведении занятий рекомендуется использовать компьютеры, мультимедийные проекторы, интерактивные экраны.

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

Университет обладает достаточной базой оснащенных аудиторий для проведения всех видов занятий, предусмотренных образовательной программой дисциплины. Кроме того, на факультете 4 компьютерных класса и 4 учебных класса, оснащенных компьютерами с соответствующим программным обеспечением и мультимедиа-проекторами.

В университете имеется необходимый комплект лицензионного программного обеспечения.