

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

Факультет математики и компьютерных наук

**Рабочая программа дисциплины**

**Классы функций  
действительных переменных**

Кафедра математического анализа  
факультета математики и компьютерных наук

Образовательная программа  
02.03.01 Математика и компьютерные науки

Направленность (профиль) программы  
Математический анализ и приложения

Уровень высшего образования  
бакалавриат

Форма обучения  
очная

Статус дисциплины: входит в часть ОПОП, формируемую участниками образовательных отношений; модуль профильной направленности

Махачкала, 2022

Рабочая программа дисциплины *Классы функций действительных переменных* составлена в 2022 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки 02.03.01 Математика и компьютерные науки от 23.08.2017 г. № 807.

Разработчики: кафедра математического анализа,  
Магомедова В.Г., 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 *Классы функций действительных переменных* входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений, модуль профильной направленности ОПОП (бакалавриата) по направлению подготовки 02.03.01 Математика и компьютерные науки.

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

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных со свойствами функций из различных классов функций и соотношениями между различными классами функций.

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

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

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение контроля успеваемости в форме *контрольной работы и коллоквиума* и промежуточного контроля в форме *зачета*.

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

Семестр	Учебные занятия								Форма промежуточной аттестации	
	Всего	в том числе								
		Контактная работа обучающихся с преподавателем					СРС, в том числе экзамен			
		Всего	из них							
8	72	72	24		24			24	зачет	

### 1. Цели освоения дисциплины

Приобретение знаний и умений по исследованию свойств функций действительных переменных из различных классов.

Владение методами теории вложения классов функций для возможности применения в дальнейшей научно-исследовательской деятельности.

### 2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Дисциплина *Классы функций действительных переменных* входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений, модуль профильной направленности ОПОП (бакалавриата) по направлению подготовки 02.03.01 Математика и компьютерные науки.

К исходным требованиям для изучения дисциплины относятся знания, умения и виды деятельности, сформированные в процессе изучения дисциплин: математический анализ, комплексный анализ, функциональный анализ.

Дисциплина является основой для последующего изучения других дисциплин и прохождения практик.

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

**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 консультировать и использовать фундаментальные знания в области 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, теоретической механики в профессиональной деятельности	ОПК-1.1. Обладает базовыми знаниями, полученными в области математических и (или) естественных наук.	<p><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.</p> <p><i>Умеет:</i> решать задачи, связанные с исследованием свойств функций и их производных, с интегрированием, с изучением функциональных рядов, с 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>	Устный опрос, контрольные работы, тесты

	<p>ОПК-1.2. Умеет использовать их 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</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 методов решения задач современного математического анализа.</p>	<p>Устный опрос, контрольные работы, тесты</p>
<p>ПК-1. Способен собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по</p>	<p>ПК-1.1. Знает принципы построения научной работы, методы сбора и анализа полученного материала, формы подготовки научных публикаций, рефератов и библиографий по тематике проводимых исследований.</p>	<p><i>Знает:</i> основы использования информационных технологий в науке; основные направления использования информационных технологий в научных исследованиях.</p> <p><i>Умеет:</i> применять современные методы и</p>	<p>Устный опрос, контрольные работы, тесты</p>

соответствующим научным исследованиям	<p>средства автоматизированного анализа и систематизации научных данных; использовать современные информационные технологии для подготовки традиционных и электронных научных публикаций.</p> <p><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-1.2. Умеет решать научные задачи в связи с поставленной целью и в соответствии с выбранной методикой.</p>	<p><i>Знает:</i> основные результаты и методы решения задач, разработанные к настоящему времени в области выбранной научной тематики.</p> <p><i>Умеет:</i> определять задачи в связи с поставленной целью, а также объект и предмет научного исследования в соответствии с выбранной методикой.</p> <p><i>Владеет:</i> навыками четкого и аргументированного изложения основных положений научного исследования, ясной демонстрации элементов научной новизны.</p>	<p>Устный опрос, контрольные работы, тесты</p>

	<p>ПК-1.3. Имеет практический опыт использования сети Интернет, аннотирования, реферирования, библиографического разыскания и описания, опыт работы с научными источниками.</p>	<p><i>Знает:</i> основные методы работы с ресурсами сети Интернет; основы использования информационных технологий в науке.</p> <p><i>Умеет:</i> 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> навыками использования информационных технологий в организации и проведении научного исследования; 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, тесты</p>
<p>ПК-2. Способен понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат, фундаментальные концепции и системные методологии,</p>	<p>ПК-2.1. Обладает базовыми знаниями, полученными в области математических и (или) естественных наук, программирования и информационных технологий.</p>	<p><i>Знает:</i> основы математического анализа и различные приложения дифференциального и интегрального исчисления в математических и естественных науках; современные языки программирования и современные</p>	<p>Изучение тем последовательно по модулям с последующим проведением коллоквиумов и контрольных работ</p>

международные и профессиональные стандарты в области информационных технологий		информационные технологии. <i>Умеет:</i> применять дифференциальное и интегральное исчисления для решения различных задач математических и естественных наук; составлять программы на современных языках программирования. <i>Владеет:</i> базовыми методами дифференциального и интегрального исчислений; навыками программирования на современных языках.	
ПК-2.2. Умеет находить, формулировать и решать стандартные задачи в собственной научно-исследовательской деятельности в математике и информатике.		<i>Знает:</i> области применения дифференциального и интегрального исчисления; различные языки программирования. <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. <i>Владеет:</i> методами дифференциального исчисления для исследования функций и навыками приложения интегрального исчисления к геометрии, физике.	Изучение тем последовательно по модулям с последующим проведением коллоквиумов и контрольных работ
ПК-2.3. 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	Устный опрос

		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 исчислений.	
--	--	---	--

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

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

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. Классы Гельдера</b>									
1. Классы равномерно непрерывных функций.			2	2			6		
2. Модули непрерывности.			4	4			6		
3. Классы Липшица, Гёльдера.			4	4			4		
<b>Всего по модулю 1</b>	<b>8</b>		<b>10</b>	<b>10</b>			<b>16</b>		коллоквиум
<b>Модуль 2. Функции конечной вариации и абсолютно непрерывные функции</b>									
1. Классы Жордана.			4	4			2		
2. Классы Винера, Орлича.			2	2			2		

3.Свойства абсолютно непрерывных функций.			4	4			2	
4.Задача восстановления функции по ее производной.			4	4			2	
<b>Всего по модулю 2</b>	<b>8</b>		<b>14</b>	<b>14</b>			<b>8</b>	коллоквиум
<b>ИТОГО за семестр</b>	<b>8</b>		<b>24</b>	<b>24</b>			<b>24</b>	зачет

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

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

###### *Модуль 1. Классы Гельдера*

Тема 1. Классы равномерно непрерывных функций.

Классы функций  $C[a, b]$  и  $C_{2\pi}$ .

Классы дифференцируемых функций.

Тема 2. Модули непрерывности.

Модуль непрерывности, его свойства.

Оценки модуля непрерывности.

Модули непрерывности высших порядков.

Тема 3. Классы Липшица, Гельдера.

Классы Липшица. Основные свойства функций из классов Липшица.

Классы Гельдера. Соотношения между этими классами и классом всех непрерывных функций.

###### *Модуль 2. Функции конечной вариации и абсолютно непрерывные функции*

Тема 1. Классы Жордана.

Монотонные функции.

Непрерывность и разрывы монотонных функций.

Дифференциальные свойства монотонных функций.

Функции ограниченной вариации по Жордану. Свойства.

Связь с монотонными функциями. Соотношения с классами Липшица и Гельдера.

Тема 2. Классы Винера, Орлича.

Обобщенная вариация по Винеру и по Орличу.

Связи с классами Липшица и Гельдера.

Тема 3. Свойства абсолютно непрерывных функций.

Различные определения абсолютной непрерывности. Класс абсолютно непрерывных функций. Связь с классами Липшица, ограниченной вариации.

Выпуклые функции.

Классы Лебега. Классы Соболева.

Тема 4. Задача восстановления функции по ее производной.

Формула Ньютона-Лейбница для интеграла Римана. Достаточные условия восстановления функции по производной. Необходимость расширения понятия интеграла. Восстановление функции по производной в случае интеграла Лебега.

Сингулярные функции.

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

###### *Модуль 1. Классы Гельдера*

Тема 1. Классы равномерно непрерывных функций.  
Класс непрерывных и класс дифференцируемых функций.  
Тема 2. Модули непрерывности.  
Модуль непрерывности.  
Модули непрерывности высших порядков.  
Тема 3. Классы Липшица, Гёльдера.  
Классы Липшица и Гельдера. Связи между ними.

## ***Модуль 2. Функции конечной вариации и абсолютно непрерывные функции***

Тема 1. Классы Жордана.  
Монотонные функции.  
Разрывы, непрерывность, дифференцируемость монотонных функций.  
Функции ограниченной вариации по Жордану.  
Соотношения с классами Липшица и Гельдера.  
Тема 2. Классы Винера, Орлича.  
Связи с классами Липшица и Гельдера.  
Тема 3. Свойства абсолютно непрерывных функций.  
Различные определения абсолютной непрерывности.  
Связь с классами Липшица, ограниченной вариации.  
Классы Лебега.  
Тема 4. Задача восстановления функции по ее производной.  
Формула Ньютона-Лейбница для интеграла Римана.  
Восстановление функции по производной в случае интеграла Лебега.  
Сингулярные функции.

## **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. Рамазанов А.-Р. К. Классы функций (избранные задачи с краткими решениями).  
Махачкала: ИПЦ ДГУ, 2000.  
*Задания для самостоятельной работы*

#### *Вариант 1*

Указать все функции, которые непрерывны, но не равномерно:

- a)  $\frac{1}{x}$  на  $(0;1]$ ;
- b)  $\sqrt{x}$  на  $(0;1]$ ;

c)  $x \sin \frac{1}{x}$  на  $(0,1]$ ;

d)  $e^x$  на  $(0,1]$ ;

e)  $\ln(1+x)$  на  $(0,1]$ ;

1) a); 2) a) и c); 3) a), c) и e); 4) a) и b); 5) a), b), c) и e).

*Вариант 2*

Какие из функций принадлежат классу  $Lip \frac{1}{2}$  (указать все такие функции):

a)  $\sqrt{x}$  на  $[0,1]$ ; b)  $\frac{1}{\sqrt{x}} \sin x$  на  $(0,1]$ ; c)  $|x|$  на  $[-1,1]$

d)  $x^{2/3}$  на  $[0,1]$ ; e)  $x^{1/4}$  на  $[0,1]$ .

1) a), b), c) и e); 2) a), b), c) и d);  
 3) a), c) и d); 4) a) и c); 5) a) и d).

*Вариант 3*

Функция  $f(x) = \sin|x|$  на отрезке  $[-1,1]$  является (указать все правильные ответы):

a) Ограниченою вариации, но не абсолютно непрерывной.

b) Абсолютно непрерывной.

c) Ограниченою вариации и абсолютно непрерывной.

d) Ограниченою вариации.

e) Неограниченной вариации.

1) b) и e); 2) b), c) и d); 3) e);  
 4) a); 5) a) и d).

*Рефераты и доклады по темам для самостоятельной работы*

Разделы и темы для самостоятельного изучения	Виды и содержание самостоятельной работы
<b>Модуль 1. Классы Гельдера</b>	
1. Классы равномерно непрерывных функций.	Доклад на тему: Глобальные свойства непрерывных функций.
2. Модули непрерывности.	Доклад на тему: Модули непрерывности высших порядков.
3. Классы Липшица, Гёльдера.	Доклад на тему: Соотношения между классами Гельдера.
<b>Модуль 2. Функции конечной вариации и абсолютно непрерывные функции</b>	
1. Классы Жордана.	Доклад на тему: Дифференциальные свойства выпуклых функций. Доклад на тему: Соотношения между классами Липшица и Жордана.
2. Классы Винера, Орлича.	Доклад на тему: Соотношения между классами Гельдера и

	Орлича.
3. Свойства абсолютно непрерывных функций.	Доклад на тему: Эквивалентные определения абсолютно непрерывных функций.
4. Задача восстановления функции по ее производной.	Доклад на тему: Интегральное представление абсолютно непрерывных функций.

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

### 7.1. Типовые контрольные задания

*Примерные вопросы к коллоквиуму*

1. Класс непрерывных функций. Равномерная непрерывность  $2\pi$  - периодических функций.
2. Модуль непрерывности, основные свойства.
3. Классы Липшица, Гельдера.
3. Функции ограниченной вариации.
4. Соотношение классов  $V$  - и  $Lip \alpha$ .
5. Достаточные условия полуаддитивности.
6. Абсолютно непрерывные функции.
7. Соотношение классов  $AC$  и  $Lip \alpha$ .
8. Интеграл Лебега. Классы Лебега  $L_p$ .
9. Классы Винера и Орлича.
10. Оценки модуля непрерывности (сверху и снизу).
11. Сингулярные функции.

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

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

Текущий контроль по дисциплине включает:

- посещение занятий - 10 баллов,
- участие на практических занятиях - 20 баллов,
- коллоквиум – 30 баллов,
- выполнение аудиторных контрольных работ - 40 баллов.

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

- устный опрос (зачет) - 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 на зачетах*

На *зачете* по учебной дисциплине в *устной* или *письменной* форме проверяется выполнение студентом практической части курса и усвоение учебного материала лекционных и практических занятий. Результаты на зачете оцениваются по 100-балльной системе ориентировочно по следующим критериям:

- 1) от 86 до 100 баллов с учетом степени усвоения, если у студента *высокий уровень знаний* по программе курсового экзамена, отвечает четко и логически обоснованно;
- 2) от 66 до 85 баллов с учетом степени усвоения, если у студента *достаточно высокий уровень знаний* по программе курсового экзамена, отвечает в основном четко и логически обоснованно, но допускает отдельные неточности.
- 3) от 51 до 65 баллов с учетом степени усвоения, если у студента *достаточный уровень знаний* по программе курсового экзамена, отвечает в основном правильно и в логической последовательности, но допускает отдельные неточности;
- 4) от 0 до 50 баллов с учетом степени усвоения, если у студента *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.

При этом выставляется оценка «зачтено» или «незачтено», если набрал выше или, соответственно, ниже 50 баллов.

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

### *a) адрес сайта курса*

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

### *б) основная литература:*

1. [Натансон И. П. Теория функций вещественной переменной: учебное пособие](#) - Москва: Наука, 1974  
Натансон, И.П. Теория функций вещественной переменной : учебное пособие / И.П. Натансон. - Изд. 3-е. - Москва : Наука, 1974. - 480 с. : ил.; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=459802> (2022).
2. [Дзядык В. К. Введение в теорию равномерного приближения функций полиномами](#) - Москва: Наука, 1977  
Дзядык, В.К. Введение в теорию равномерного приближения функции полиномами / В.К. Дзядык ; ред. В.В. Абгарян, Л.В. Тайкова. - Москва : Наука, 1977. - 512 с. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=456951> (2022).
3. [Тиман А. Ф. Теория приближения функций действительного переменного](#) - Москва: Гос. изд-во физико-математической лит., 1960

Тиман, А.Ф. Теория приближения функций действительного переменного / А.Ф. Тиман. - Москва : Гос. изд-во физико-математической лит., 1960. - 624 с. - ISBN 978-5-4458-5451-7 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=222399> (2022).

4. [Фихтенгольц Г. М. Курс дифференциального и интегрального исчисления. В 3 т. Т. 3](#) - Москва: Физматлит, 2002

Фихтенгольц, Г.М. Курс дифференциального и интегрального исчисления : в 3-х т. / Г.М. Фихтенгольц ; ред. А.А. Флоринского. - Изд. 6-е. (1-е изд. - 1949 г.). - Москва : Физматлит, 2002. - Т. 3. - 727 с. - ISBN 5-9221-0155-2 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=83196>(2022).

**в) дополнительная литература:**

1. [Корнейчук Н. П. Экстремальные задачи теории приближения](#) - Москва: Наука, 1976  
Корнейчук, Н.П. Экстремальные задачи теории приближения / Н.П. Корнейчук ; ред. Б.И. Голубова, Г.Я. Пироговой. - Москва : Наука, 1976. - 320 с. : ил. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=456961> (2022).

2. [Действительный анализ в задачах: учебное пособие](#) - Москва: Физматлит, 2005

Действительный анализ в задачах : учебное пособие / П.Л. Ульянов, А.Н. Бахвалов, М.И. Дьяченко и др. - Москва : Физматлит, 2005. - 416 с. - ISBN 5-9221-0595-7 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=69331> (2022).

## **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 обучением: [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/>(2022).

## **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 подготовки к контрольным работам, коллоквиумам и 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.