

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

Дополнительные главы математического анализа

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: входит в обязательную часть ОПОП

Махачкала, 2024

Рабочая программа дисциплины *Дополнительные главы математического анализа* составлена в 2024 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,
Рамазанов А.-Р.К., д.ф.-м.н., профессор.

Рабочая программа дисциплины одобрена:

на заседании кафедры математического анализа
от 22.01. 2024 г., протокол № 5.

Зав. кафедрой  Рамазанов А.-Р.К.

на заседании методического совета факультета математики и компьютерных наук
от 23.01. 2024 г., протокол № 3

Председатель  Ризаев М.К.

Рабочая программа дисциплины согласована
с учебно-методическим управлением «25» 01 2024 г.

Начальник УМУ  Саидов А.Г.

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина *Дополнительные главы математического анализа* входит в обязательную часть ОПОП 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 теорией интеграла и его приложений в различных областях математики и механики, с дифференциальными свойствами функций конечной вариации.

Дисциплина нацелена на формирование профессиональной компетенции ПК-1.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать: свойства монотонных функций, функций ограниченной вариации; свойства различных видов интегралов (Римана, Лебега, Римана-Стилтьеса, Лебега-Стилтьеса);

уметь: находить или оценить вариацию функции; вычислять интегралы Стилтьеса; применять интегралы Стилтьеса в теории рядов Фурье, теории вероятностей, теории приближения функций, в механике;

владеть: методами теории функций действительного переменного для применения в области своей 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 *контрольной работы и коллоквиума* и промежуточного контроля в форме *экзамена*.

Объем дисциплины 5 зачетных единиц, 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	180	62	30	-	32	-	-	82+36	экзамен

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины *Дополнительные главы математического анализа* являются:

- более углубленное изучение теории интеграла и его обобщений, освоение приложений интеграла в различных областях математики и механики;
- творческое овладение основными методами теории функций действительного переменного, в частности, теории интегрального исчисления.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП магистратуры

Дисциплина *Дополнительные главы математического анализа* входит в обязательную часть ОПОП 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, линейной алгебры.

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
ПК-1. Способность 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. Способен на современном уровне применять математический аппарат для проведения научно-исследовательской работы в области избранных вопросов современного математического анализа.	<i>Воспроизводит</i> терминологию в области теории меры и интеграла Лебега, интегралов Римана-Стилтьеса и Лебега-Стилтьеса. <i>Понимает</i> основные методы современного математического анализа в теории интегралов и применяет их для исследования модельных задач. <i>Способен</i> интегрировать полученные знания по разработке приемов, схем и алгоритмов решения модельных задач и корректно выбрать методы решения нестандартных задач в области современного математического анализа.	Изучение тем последовательно по модулям с последующим проведением коллоквиумов.

4. Объем, структура и содержание дисциплины

4.1. Объем дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 академических часов.

4.2. Структура дисциплины

Названия разделов	Семестр		Аудиторные занятия, в том числе	Семестр	Формы текущего контроля
	д	Неделя семестр			

и тем дисциплины			лекции	практ. занятия	лабор. работы	Контр. сам. раб.		успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
Модуль 1. Линейная мера Лебега								
1. Структура линейных множеств			2	2			12	
2. Мощность и мера множества			4	4			12	
Всего по модулю 1	9		6	6			24	КОЛЛОКВИУМ
Модуль 2. Интегрирование по Лебегу								
1. Измеримые функции			4	4			8	
2. Различные определения интеграла по Лебегу			2	4			6	
3. Сравнение с интегралом по Риману			2	2			6	
Всего по модулю 2	9		8	10			18	КОЛЛОКВИУМ, контрольная работа
Модуль 3. Интеграл Римана-Стилтьеса								
1. Функции конечной вариации и абсолютно непрерывные функции			4	4			12	
2. Построение интеграла Римана-Стилтьеса			4	4			12	
Всего по модулю 3	9		8	8			20	КОЛЛОКВИУМ, контрольная работа
Модуль 4. Интеграл Лебега-Стилтьеса								
1. Понятие интеграла Лебега-Стилтьеса			2	2			10	
2. Приложения в теории аппроксимаций			6	6			10	
Всего по модулю 4	9		8	8			20	КОЛЛОКВИУМ
Модуль 5. Промежуточная аттестация								
Экзамен								Экзамен
ИТОГО за 9 семестр			30	32			82	36

4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

4.3.1. Содержание лекционных занятий по дисциплине

Модуль 1. Линейная мера Лебега

Тема 1. Структура линейных множеств

Открытые и замкнутые множества. Канторовы совершенные множества.

Структура открытых и замкнутых множеств.

Тема 2. Мощность и мера множества

Сравнение множеств по мощности. Внешняя и внутренняя меры. Измеримые по Лебегу множества, их свойства.

Модуль 2. Интегрирование по Лебегу

Тема 3. Измеримые функции

Измеримые функции, их свойства.

Тема 4. Различные определения интеграла по Лебегу

Интеграл от ограниченной измеримой функции.

Суммируемые функции.

Тема 5. Сравнение с интегралом по Риману

Сравнительный анализ интегралов Лебега и Римана.

Модуль 3. Интеграл Римана-Стилтьеса

Тема 6. Функции конечной вариации и абсолютно непрерывные функции

Монотонные функции, их дифференциальные свойства. Функции конечной вариации, их свойства. Связь с монотонными функциями. Абсолютно непрерывные функции.

Восстановление функции по ее производной.

Тема 7. Построение интеграла Римана-Стилтьеса

Определение и свойства интеграла Римана-Стилтьеса.

Модуль 4. Интеграл Лебега-Стилтьеса

Тема 8. Понятие интеграла Лебега-Стилтьеса

Мера Лебега-Стилтьеса. Интеграл Лебега-Стилтьеса, некоторые свойства.

Тема 9. Приложения в теории аппроксимаций

Системы функций Чебышева и их свойства. Системы функций Маркова и их свойства.

Представление систем Маркова при помощи интеграла Стилтьеса.

4.3.2. Содержание практических занятий по дисциплине

Модуль 1. Линейная мера Лебега

Тема 1. Структура линейных множеств

Канторовы совершенные множества. Канторова лестница.

Структура открытых и замкнутых множеств.

Тема 2. Мощность и мера множества

Счетные и несчетные множества, их свойства. Измеримые по Лебегу множества.

Вычисление мер некоторых линейных множеств.

Модуль 2. Интегрирование по Лебегу

Тема 3. Измеримые функции

Классы измеримых функций.

Тема 4. Различные определения интеграла по Лебегу

Исследование интегралов на сходимость. Оценки интегралов.

Тема 5. Сравнение с интегралом по Риману

Сравнение интегралов от ограниченных функций. Вычисление интеграла Лебега.

Сравнение несобственных интегралов.

Модуль 3. Интеграл Римана-Стилтьеса

Тема 6. Функции конечной вариации и абсолютно непрерывные функции

Оценки вариаций функций. Абсолютно непрерывные функции. Восстановление функции по ее производной.

Тема 7. Построение интеграла Римана-Стилтьеса

Методы вычисления интеграла Римана-Стилтьеса.

Модуль 4. Интеграл Лебега-Стилтьеса

Тема 8. Понятие интеграла Лебега-Стилтьеса

Интеграл Лебега-Стилтьеса. Сведение к интегралу Лебега.

Тема 9. Приложения в теории аппроксимаций

Системы функций Чебышева и их свойства. Представление систем Маркова при помощи интеграла Стилтьеса. Условия сходимости рядов Фурье.

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

Самостоятельная работа студентов организована в различных видах и формах, включая подготовку к учебным занятиям и научно-исследовательскую деятельность студентов, обеспечена учебно-методическими материалами. Контроль выполнения самостоятельной работы проводится средствами, соответствующими данному виду работы.

Доклад - продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы.

Реферат - продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее.

Критерии оценки по докладу, реферату

Если студент по теме данного модуля самостоятельно подготовил доклад и выступил с этим докладом публично или написал реферат и раскрыл тему реферата, то ему выставляются 30 баллов, которые учитываются при выводе общего результата как интегральной оценки, складывающейся из текущего контроля и промежуточного контроля.

Примерное распределение времени самостоятельной работы студентов

Вид самостоятельной работы	Примерная трудоёмкость, а.ч.		
	Очная	Очно-заочная	заочная
Текущая СРС			
работа с лекционным материалом, с учебной литературой	10		
опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	10		
самостоятельное изучение разделов дисциплины	10		
выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	10		
подготовка к практическим занятиям	10		
подготовка к контрольным работам, тестам, коллоквиумам, зачётам	10		
подготовка к экзаменам	10		
Творческая проблемно-ориентированная СРС			
подготовка рефератов и докладов, в том числе, с	6		

анализом научных публикаций по заданной теме			
исследовательская работа, выполнение курсовой работы	0		
участие в конференциях, семинарах, олимпиадах	6		
Итого СРС:	82		

1. Рамазанов А.-Р.К., Магомедова В.Г. Мера и интеграл Лебега в курсе математического анализа. Махачкала: ИПЦ ДГУ, 2010.

2. Рамазанов А.-Р. К. Классы функций (избранные задачи с краткими решениями). Махачкала: ИПУ ДГУ, 2000г.

Перечень вопросов для самостоятельной работы

1. Структура открытого и замкнутого множеств на числовой оси.
2. Счетные, несчетные множества.
3. Канторово совершенное множество.
4. Монотонные функции и их свойства.
5. Канторова «лестница».
6. Функции ограниченной вариации.
7. Представление функций ОВ в виде разности монотонных функций.
8. Интеграл Римана-Стилтьеса. Классы интегрируемых функций.
9. Мера Лебега. Мера Лебега-Стилтьеса.
10. Абсолютно непрерывные функции.
11. Формула Ньютона-Лейбница.
12. Структура абсолютно непрерывных функций.

Рефераты и доклады по темам для самостоятельной работы

Разделы и темы для самостоятельного изучения	Виды и содержание самостоятельной работы
<i>Модуль 1. Линейная мера Лебега</i>	
1. Структура линейных множеств	Доклад на тему: «Канторовы совершенные множества»
2. Мощность и мера множества	Доклад на тему: «Канторовы множества положительной меры»
<i>Модуль 2. Интегрирование по Лебегу</i>	
1. Измеримые функции	Доклад на тему: «Классы измеримых функций»
2. Различные определения интеграла по Лебегу	Доклад на тему: «Определение интеграла Лебега через простые функции»
3. Сравнение с интегралом по Риману	Доклад на тему: «Сравнение несобственных интегралов Римана и Лебега»
<i>Модуль 3. Интеграл Римана-Стилтьеса</i>	
1. Функции конечной вариации и абсолютно	Доклад на тему: «Эквивалентные

непрерывные функции	определения абсолютно непрерывных функций»
2. Построение интеграла Римана-Стилтьеса	Доклад на тему: «Достаточные условия существования интеграла Римана-Стилтьеса»
Модуль 4. Интеграл Лебега-Стилтьеса	
1. Понятие интеграла Лебега-Стилтьеса	Доклад на тему: «Сведение интеграла Лебега-Стилтьеса к интегралу Лебега»
2. Приложения в теории аппроксимаций	Доклад на тему: «Системы функций Чебышева и Маркова»

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

7.1. Типовые контрольные задания

Примерный перечень вопросов к коллоквиуму

1. Монотонные функции.
2. Дифференцирование монотонных функций.
3. Функции ограниченной вариации.
4. Свойства функций ограниченной вариации.
5. Классы функций ограниченной вариации.
6. Непрерывные функции ограниченной вариации.
7. Представление функции ограниченной вариации в виде разности двух монотонных функций.
8. Абсолютно непрерывные функции.
9. Сингулярные функции.
10. Интеграл Римана-Стилтьеса и его свойства.
11. Существование интеграла Стилтьеса.
12. Интегрирование по частям в интеграле Стилтьеса.
13. Вычисление интеграла Стилтьеса.
14. Приложения интеграла Стилтьеса в механике.
15. Спрямолинейные кривые. Криволинейные интегралы 2 рода.
16. Мера Лебега-Стилтьеса.
17. Интеграл Лебега-Стилтьеса.
18. Системы функций Чебышева и их свойства.
19. Системы функций Маркова и их свойства.
20. Представление систем Маркова при помощи интеграла Стилтьеса.

Примерные контрольные работы

№1

1. Доказать, что если $f(x)$ - монотонная функция, удовлетворяющая равенству $f(x) + f(y) = f(x + y)$ для всех x, y и $f(1) = a$, то $f(x) = ax$.
2. Найти вариацию функции на $[0, 2]$, если $f(x) = \begin{cases} x - 1 & \text{при } x < 1, \\ 10 & \text{при } x = 1, \\ x^2 & \text{при } x > 1. \end{cases}$

3. Доказать, что функция $f(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x = 0, \\ x \sin \frac{1}{x} & \text{при } x \neq 0. \end{cases}$ имеет неограниченную вариацию на $\left[0, \frac{2}{\pi}\right]$.
4. Доказать, что если $f(x)$ удовлетворяет условию Липшица на $[a, b]$, то она имеет ограниченную вариацию.
5. Представить функцию $f(x) = \cos x$ на $\left[-\frac{\pi}{2}, \pi\right]$ в виде разности двух монотонных функций.

№2

1. Вывести формулу интегрирования по частям для интеграла Стильеса.

2. Вычислить $\int_0^3 x^3 df(x)$, где $f(x) = \begin{cases} -1 & \text{при } 0 < x \leq 1, \\ 3 & \text{при } 1 < x < 2, \\ -4 & \text{при } 2 \leq x < 3, \\ 2 & \text{при } x = 3. \end{cases}$

3. Вычислить $\int_{-1}^4 x^2 df(x)$, где $f(x) = \begin{cases} -1 & \text{при } -1 \leq x < 0, \\ 10 & \text{при } x = 0, \\ \sin x & \text{при } 0 < x < \frac{\pi}{2}, \\ 2 - x & \text{при } x = \frac{\pi}{2}, \\ x^2 - 4 & \text{при } \frac{\pi}{2} < x < 4, \\ 3 & \text{при } x = 4. \end{cases}$

4. Доказать, что кривая $f(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x = 0, \\ x \sin \frac{1}{x} & \text{при } x \neq 0. \end{cases}$ неспрямляема на $[0, 1]$.

5. Вычислить интеграл Лебега-Стилтьеса $\int_0^1 f(x) d(x^3)$, если

$$f(x) = \begin{cases} x^2 & \text{для иррациональных чисел, больших, чем } \frac{1}{3}, \\ x^3 & \text{для иррациональных чисел, меньших, чем } \frac{1}{3}, \\ 0 & \text{в рациональных точках.} \end{cases}$$

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,
- коллоквиум – 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. 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> ().

2. 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> ().

3. 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> ().

в) дополнительная литература

1. 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> ().

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> ().

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 – 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 *Дополнительные главы математического анализа* 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 *Дополнительным главам математического анализа* 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 *Дополнительные главы математического анализа*.

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.