Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
Геологический факультет

УТВЕРЖДАЮ
И.о.декана Геологического факультета
Член-корреспондент РАН
_____________/Н.Н.Еремин/
«28» сентября 2023г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

Авторы-составители:

Кудрявцев Н.Л.

Уровень высшего образования:
Бакалавриат

Направление подготовки:

05.03.01 Геология

Направленность (профиль) ОПОП:

Геофизика

Форма обучения:

Очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена

Учебно-методическим Советом Геологического факультета

(протокол № 5, 28.09.2023)

Москва

Рабочая программа дисциплины (модуля) разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки «Геология» (*программы бакалавриата, магистратуры, реализуемых последовательно по схеме интегрированной подготовки)*

Год (годы) приема на обучение – 2023.

Цель и задачи дисциплины

Целью курса "Математический анализ" является закладка теоретического фундамента, на котором базируются методы исследования функциональных рядов и последовательностей, интегралов, зависящих от параметра, методов вычислений кратных, криволинейных и поверхностных интегралов.

Задачи – освоение методов исследования функциональных рядов и последовательностей, интегралов, зависящих от параметра, приемами вычислений кратных, криволинейных и поверхностных интегралов и их применение при решении различных задач.

1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО – вариативная часть, естественно-научный цикл, курс –II, семестр – 3.

2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия: освоение дисциплины «Математический анализ» требует прохождения обучения по дисциплинам «Высшая математика» и желательно «Аналитическая геометрия» и «Линейная алгебра».

Дисциплина необходима в качестве предшествующей для дисциплин «Теория функций комплексной переменной», «Уравнения математической физики», «Интегральные уравнения», а также для научно-исследовательской работы и выполнения выпускных квалификационных работ.

3. Результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников.

Компетенции выпускников, формируемые (полностью или частично) при реализации дисциплины:

УК-5.Б Способность в контексте профессиональной деятельности использовать знания об основных понятиях, объектах изучения и методах естествознания.

ОПК-4.Б Способность применять знания фундаментальных разделов наук о Земле, базовые знания естественнонаучного и математического циклов при решении стандартных профессиональных задач

Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю):

Знать: определения, свойства функциональных последовательностей и рядов, в том числе степенных и тригонометрических, минимальное свойство коэффициентов Фурье, неравенство Бесселя. Равенство Парсеваля, полноту тригонометрической системы функций, условия непрерывности и дифференцируемости интегралов, зависящих от параметра, свойства и методы вычислений кратного интеграла Римана, знать свойства криволинейных и поверхностных интегралов и их физический смысл, критерий потенциальности векторного поля, формулы Грина, Гаусса-Остроградского и Стокса, свойства преобразования Фурье.

Уметь: находить множества сходимости и абсолютной сходимости функциональных рядов, исследовать на равномерную сходимость функциональные последовательности, ряды и несобственные интегралы, вычислять радиусы сходимости степенных рядов, раскладывать функции в степенные и тригонометрические ряды, вычислять кратные, криволинейные и поверхностные интегралы, применять формулы Грина, Гаусса-Остроградского и Стокса, исследовать на сходимость кратные несобственные интегралы.

Владеть: методами исследований функциональных последовательностей и рядов, интегралов, зависящих от параметра, методами вычисления кратных интегралов.

4. **Формат обучения –** лекционные и семинарские занятия

5. **Объем дисциплины (модуля)** составляет **4** з.е., **144** академических часа, в том числе **108** академических часов, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (36 часов – занятия лекционного типа, 72 часа – занятия семинарского типа),

36 академических часов на самостоятельную работу обучающихся.
Форма промежуточной аттестации – экзамен.

6. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий

Краткое содержание дисциплины (аннотация):

В курсе "Математический анализ" излагаются следующие темы:

- функциональные ряды и последовательности, включая непрерывность суммы ряда (предела функциональной последовательности), почленное дифференцирование и интегрирование, признаки равномерной сходимости рядов, степенные ряды и их свойства, ряды Тейлора
- интегралы, зависящие от параметра
- кратный интеграл Римана, интеграл по брусу, интеграл по множеству и его свойства, сведение кратного интеграла к повторному, замена переменных в кратном интеграле, полярные, сферические и цилиндрические координаты, кратный несобственный интеграл
- кривые и поверхности, ориентация и касательная к кривой, касательная плоскость и нормаль к поверхности, ориентация поверхности
- криволинейные интегралы, их свойства и физический смысл, потенциальные векторные поля, формула Грина
- площадь поверхности, поверхностные интегралы и их физический смысл, формула Гаусса-Остроградского, дивергенция векторного поля и ее физический смысл, формула Стокса
- ряды Фурье, включая тригонометрические ряды Фурье функций, условия поточечной сходимости, пространства со скалярным произведением, ортогональные и ортонормированные системы функций, коэффициенты Фурье и ряды Фурье по ортогональным (ортонормированным) системам, минимальное свойство коэффициентов Фурье, полные ортогональные системы, неравенство Бесселя, равенство Парсеваля-Стеклова, тригонометрические ряды Фурье функций из пространства кусочно-непрерывных функций.
- преобразование Фурье и его свойства

На практических занятиях студенты развивают умение логического мышления, знакомясь с основными понятиями математического анализа, учатся оперировать с абстрактными объектами, овладевают техникой работы с функциональными рядами и кратными интегралами, методами исследования функций, приобретают навыки использования теоретических знаний для решения конкретных задач.

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), **Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)**	**Всего (часы)**	В том числе				
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) Виды контактной работы, часы				**Самостоятельная работа обучающегося, часы** * *(виды самостоятельной работы – эссе, реферат, контрольная работа и пр. – указываются при необходимости)*
		Занятия лекционного типа	Занятия лабораторного типа	Занятия семинарского типа	**Всего**	
Раздел 1. Функциональные ряды и последовательности.		6		22	28	Подготовка к контрольному опросу
Раздел 2. Интегралы, зависящие от параметра.		6		8	14	Подготовка к контрольному опросу Контрольная работа
Раздел 3. Кратный интеграл Римана.		6		14	20	Подготовка к контрольному опрсу
Раздел 4. Кривые и поверхности.		4		4	8	Подготовка к контрольному опросу, 6 часов
Раздел 5. Криволинейные интегралы.		4		7	11	Подготовка к контрольному опросу, 6 часов
Раздел 6. Площадь поверхности и поверхностные интегралы.		4		11	15	
Раздел 7. Ряды Фурье		4		4	8	Контрольная работа
Раздел 8. Преобразование Фурье.		2		2	4	
Промежуточная аттестация *экзамен*						10**
Итого	**144**	**108**				**36**

Содержание разделов дисциплины:

1. Функциональные ряды и последовательности.

Функциональные последовательности. Поточечная и равномерная сходимость, sup-критерий и критерий Коши равномерной сходимости функциональных последовательностей. Функциональные ряды: поточечная и равномерная сходимость. Абсолютная сходимость. Необходимое условие равномерной сходимости функциональных рядов. Признак Вейерштрасса равномерной сходимости функциональных рядов. Признак Абеля-Дирихле равномерной сходимости рядов . Непрерывность предельной функции и суммы функционального ряда. Полнота метрического пространства C[a,b]. Почленное интегрирование и дифференцирование функциональных рядов и последовательностей. Степенные ряды. Первая теорема Абеля. Радиус сходимости степенного ряда. Непрерывность суммы степенного ряда. Формулы для определения радиуса сходимости степенных рядов. Интегрирование и дифференцирование степенных рядов. Формулы для коэффициентов степенных рядов. Единственность разложения функции в степенной ряд. Ряды Тейлора. Критерий сходимости ряда Тейлора. Ряды Тейлора элементарных функций. Действия над степенными рядами.

2. Интегралы, зависящие от параметра.

Равномерная сходимость семейства функций. sup-критерий равномерной сходимости. Критерий Коши равномерной сходимости. Связь с равномерной сходимостью последовательностей. Интегралы, зависящие от параметра. Предельный переход. Непрерывность интеграла, зависящего от параметра. Интегрирование и дифференцирование интеграла, зависящего от параметра. Несобственные интегралы, зависящие от параметра; равномерная сходимость. sup-критерий равномерной сходимости. Критерий Коши равномерной сходимости, признак Вейерштрасса. Признаки Дирихле и Абеля равномерной сходимости. Непрерывность, интегрируемость и дифференцируемость несобственных интегралов, зависящих от параметра. Интеграл Дирихле.

3. Кратный интеграл Римана.

Кратный интеграл Римана по брусу. Критерий Дарбу интегрируемости. Множества меры нуль по Лебегу и их свойства. Критерий Лебега интегрируемости функции на брусе Допустимые множества и их свойства. Интеграл Римана по множеству. Мера Жордана ограниченного множества и ее геометрический смысл. Критерий Лебега интегрируемости функции на измеримом по Жордану множестве. Свойства интеграла Римана по множеству. Свойства меры Жордана. Сведение кратного интеграла к повторным. Замена переменных в кратном интеграле Римана полярная сферическая и цилиндрическая система координат. Кратный несобственный интеграл Римана, несобственный интеграл в смысле главного значения. Интеграл Пуассона.

4. Кривые и поверхности.

Кривые. Ориентация кривой. Касательная к кривой. Поверхности. Касательная плоскость и нормаль к поверхности.

5. Криволинейные интегралы.

Криволинейные интегралы I и II рода. Их физический смысл. Формула Грина. Потенциальные векторные поля. Критерии потенциальности векторных полей.

6. Площадь поверхности и поверхностные интегралы.

Площадь поверхности. Поверхностные интеграла I и II рода. Физический смысл этих интегралов. Формула Гаусса-Остроградского. Дивергенция векторного поля и ее физический смысл. .Формула Стокса. Ротор векторного поля.

7. Ряды Фурье.

Тригонометрические ряды. Теорема о коэффициентах тригонометрического ряда. Тригонометрические ряды Фурье. Свойства коэффициентов Фурье. Комплексная форма записи тригонометрических рядов Фурье. Условия поточечной сходимости тригонометрических рядов Фурье. Пространство QL2(-π,π). Сходимость в смысле среднего квадратичного. Пример. Ортогональные и ортонормированные системы функций. Ряды Фурье функций из пространства кусочно-непрерывных функций QL2(-π,π). Непрерывность скалярного произведения. Полные ортогональные системы функций. Минимальное свойство коэффициентов Фурье. Неравенство Бесселя. Неравенство Бесселя для тригонометрической системы функций. Критерий полноты ОНС. Равенство Парсеваля. Полнота тригонометрической системы функций в QL2(-π,π). Связь коэффициентов Фурье (по тригонометрической системе) функции и ее производной. Теорема о разложимости функции в равномерно сходящийся тригонометрический ряд Фурье. Теорема о почленном дифференцировании тригонометрических рядов Фурье.

8. Преобразование Фурье.

Преобразование Фурье и его свойства. Преобразовании Фурье производных данной функции. Условия непрерывной дифференцируемости n раз преобразования Фурье.

Содержание практических (лабораторных занятий).
Содержание семинаров.
Рекомендуемые образовательные технологии

7. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)
7.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль усвоения дисциплины осуществляется путем проведения письменного контрольного опроса студентов и письменных контрольных работ .

Примерный перечень вопросов для проведения текущего контроля:

I. Определения.

1. Сходимость функциональных последовательностей в точке и на множестве.
2. Сходимость функциональных рядов в точке и на множестве.
3. Абсолютная сходимость ФР. Пример.
4. Равномерная сходимость ФП. Пример ФП, которая на одном множестве сходится равномерно, а на другом – нет. Равномерная сходимость ФР.
5. Определение степенного ряда.
6. Определение радиуса сходимости степенного ряда. Примеры нахождения радиуса сходимости.
7. Аналитическая в точке функция.
8. Действия над степенными рядами.
9. Ряд Тейлора функции.
10. Семейство функций, зависящее от параметра. Равномерная сходимость семейства функций.
11. Определенный интеграл, зависящий от параметра. Сведение к интегралу с постоянными пределами интегрирования.
12. НИ, зависящий от параметра, сходимость, значение.
13. Равномерная сходимость НИ.
14. Разбиение бруса, размеченное разбиение бруса. Диаметр разбиения.
15. Интегральная сумма Римана. Предел интегральных сумм Римана.
16. Интегрируемые функции. Двойной интеграл функции. Необходимое условие интегрируемости.

17. Суммы Дарбу.
18. Множество меры нуль в смысле Лебега.
19. Что значит, что некоторое свойство выполнено п.в.
20. Допустимое множество. Примеры.
21. Характеристическая функция множества. Продолжение нулем функции с множества.
22. Определение интегрируемости функции на множестве.

II.

1. sup-критерий равномерной сходимости ФП.
2. Критерий Коши равномерной сходимости ФП.
3. Необходимое условие равномерной сходимости ФР.
4. Критерий Коши равномерной сходимости ФР.
5. Лемма о равномерной сходимости ФР, члены которого умножены на ограниченную функцию.
6. Лемма о равномерной сходимости суммы двух рядов.
7. Признак Дирихле равномерной сходимости ФР (без д-ва).
8. Признак Абеля равномерной сходимости ФР (без д-ва).
9. Теорема о существовании радиуса сходимости степенного ряда.
10. Равномерная сходимость степенного ряда на любом отрезке из интервала сходимости. Следствие.
11. Первая формула для вычисления радиуса сходимости степенного ряда.
12. Вторая формула для вычисления радиуса сходимости степенного ряда.
13. Лемма о радиусах сходимости трех степенных рядов.
14. Пример функции, ряд Тейлора которой не сходится к ней.
15. Критерий сходимости ряда Тейлора к функции.
16. Ряды Тейлора пяти элементарных функций.
17. sup-критерий равномерной сходимости семейства функций.
18. Критерий Коши равномерной сходимости семейства функций.
19. Непрерывность равномерного предела семейства функций.
20. Теорема об интегрировании семейства функций.
21. Теорема об интегрировании интегралов, зависящих от параметра.
22. sup-критерий равномерной сходимости НИ.
23. Признак Дирихле равномерной сходимости НИ (без д-ва).
24. Признак Абеля равномерной сходимости НИ (без д-ва).
25. Исследование равномерной сходимости НИ $\int_0^{+\infty}\frac{dx}{x^y}$, $\int_0^{+\infty}\frac{\sin(xy)}{x}dx$.
26. Непрерывность НИ, зависящего от параметра.
27. Интегрируемость по параметру НИ, зависящего от параметра.
28. Дифференцирование НИ, зависящего от параметра.
29. Свойство сумм Дарбу.
30. Критерий Дарбу интегрируемости.
31. Лемма об эквивалентности определений множеств меры нуль в смысле Лебега.
32. Лемма о мере графика непрерывной функции и ее следствие.
33. Критерий Лебега интегрируемости функции на брусе.
34. Лемма о границах множеств. Свойства допустимых множеств.
35. Связь множеств точек разрыва функции и ее продолжения нулем.
36. Связь множеств точек разрыва продолжения нулем функции и сужения продолжения нулем на брус, содержащий множество E.
37. Корректность определения интеграла Римана функции по множеству.

III.

1. Критерий Коши сходимости числового ряда.
2. Признак Даламбера сходимости числового ряда.
3. Признак Коши сходимости числового ряда и его следствие.
4. Интегральный признак Коши. Примеры.
5. Признак Лейбница сходимости числового ряда.
6. Признак Вейерштрасса равномерной сходимости ФР.
7. Теорема о непрерывности равномерного предела последовательности непрерывных функций. Переформулировка для рядов.
8. Теорема об интегрировании ФП и ФР.
9. Теорема о дифференцировании ФР и ФП.
10. Полнота метрического пространства C[a,b].
11. 1-я теорема Абеля.
12. Бесконечная дифференцируемость суммы степенного ряда. Почленное интегрирование степенных рядов.
13. Теорема о коэффициентах степенного ряда. Единственность разложения функции в степенной ряд.
14. Достаточное условие сходимости ряда Тейлора к функции.
15. Непрерывность интеграла, зависящего от параметра.
16. Правило Лейбница дифференцирования интеграла, зависящего от параметра.
17. Общая формула дифференцирования интегралов, зависящих от параметра.
18. Критерий Коши равномерной сходимости НИ, зависящего от параметра.
19. Признак Вейерштрасса равномерной сходимости НИ, зависящего от параметра.
20. Вычисление интеграла Дирихле.
21. Критерий Лебега интегрируемости функции по множеству.

Темы контрольных работ:

Контрольная работа 1: ряды и интегралы, зависящие от параметра
Контрольная работа 2: кратные интегралы, криволинейные и поверхностные интегралы

7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации.

Примерный перечень вопросов при промежуточной аттестации:

1. Функциональные последовательности. Поточечная и равномерная сходимость, sup-критерий и критерий Коши равномерной сходимости функциональных последовательностей. Пример.
2. Функциональные ряды: поточечная и равномерная сходимость. Абсолютная сходимость. Необходимое условие равномерной сходимости функциональных рядов. Признак Вейерштрасса равномерной сходимости функциональных рядов. Пример. Признак Абеля-Дирихле равномерной сходимости рядов (без д-ва).
3. Непрерывность предельной функции и суммы функционального ряда. Полнота метрического пространства C[a,b].
4. Почленное интегрирование и дифференцирование функциональных рядов и последовательностей.
5. Степенные ряды. Первая теорема Абеля. Радиус сходимости степенного ряда. Непрерывность суммы степенного ряда.
6. Формулы для определения радиуса сходимости степенных рядов. Лемма о радиусах сходимости трех степенных рядов.

7. Интегрирование и дифференцирование степенных рядов. Формулы для коэффициентов степенных рядов. Единственность разложения функции в степенной ряд.
8. Ряды Тейлора. Критерий сходимости ряда Тейлора. Ряды Тейлора элементарных функций. Действия над степенными рядами.
9. Равномерная сходимость семейства функций. sup-критерий равномерной сходимости. Критерий Коши равномерной сходимости. Связь с равномерной сходимостью последовательностей. Интегралы, зависящие от параметра. Предельный переход. Непрерывность интеграла, зависящего от параметра.
10. Интегрирование и дифференцирование интеграла, зависящего от параметра.
11. НИ, зависящие от параметра; равномерная сходимость. sup-критерий равномерной сходимости. Критерий Коши равномерной сходимости, признак Вейерштрасса. Примеры.
12. Признаки Дирихле и Абеля равномерной сходимости (без д-ва). Примеры. Интеграл Дирихле.
13. Непрерывность, интегрируемость и дифференцируемость НИ, зависящих от параметра.
14. Кратный интеграл Римана по брусу. Суммы Дарбу и их свойства. Критерий Дарбу интегрируемости.
15. Множества меры нуль по Лебегу и их свойства. Примеры. Критерий Лебега интегрируемости функции на брусе (без д-ва).
16. Допустимые множества и их свойства. Интеграл Римана по множеству. Мера Жордана ограниченного множества и ее геометрический смысл.
17. Критерий Лебега интегрируемости функции на измеримом по Жордану множестве. Линейность интеграла Римана, интеграл и неравенства, интегрируемость модуля, теорема о среднем.
18. Интегрируемость произведения, аддитивность интеграла по множествам, теорема о положительности интеграла. Свойства меры Жордана.
19. Сведение кратного интеграла к повторным. Замена переменных в кратном интеграле Римана (без д-ва). ССК и ЦСК. Пример.
20. Кривые. Ориентация кривой. Касательная к кривой.
21. Поверхности. Касательная плоскость и нормаль к поверхности.
22. Криволинейные интегралы I и II рода. Их физический смысл.
23. Формула Грина. Критерии потенциальности векторных полей.
24. Площадь поверхности. Поверхностные интеграла I и II рода. Физический смысл этих интегралов.
25. Формула Гаусса-Остроградского. Дивергенция векторного поля и ее физический смысл.
26. Формула Стокса. Ориентируемые кусочно-гладкие поверхности.
27. Тригонометрические ряды. Теорема о коэффициентах тригонометрического ряда. Тригонометрические ряды Фурье. Свойства коэффициентов Фурье. Комплексная форма записи тригонометрических рядов Фурье. Теорема о поточечной сходимости тригонометрических рядов Фурье (без д-ва). Пример.
28. Пространство QL2(a,b) . Сходимость в смысле среднего квадратичного. Пример. Ортогональные и ортонормированные системы функций. Ряды Фурье функций из QL2(a,b). Непрерывность скалярного произведения.
29. Теорема о коэффициентах ряда по ортогональной системе функций. Полные ортогональные системы функций в QL2(a,b). Совпадение функций с одинаковыми коэффициентами Фурье. Минимальное свойство коэффициентов Фурье.
30. Неравенство Бесселя. Стремление к нулю коэффициентов Фурье по ортогональной системе функций. Неравенство Бесселя для тригонометрической

системы функций. Критерий полноты ОНС в QL2(a,b). Равенство Парсеваля. Полнота тригонометрической системы функций в QL2(-π,π) (без д-ва), следствия.

31. Связь коэффициентов Фурье (по тригонометрической системе) функции и ее производной. Теорема о разложимости функции в равномерно сходящийся тригонометрический ряд Фурье. Теорема о почленном дифференцировании тригонометрических рядов Фурье.

32. Преобразование Фурье и его свойства. Теорема о преобразовании Фурье производных данной функции. Теорема о непрерывной дифференцируемости n раз преобразования Фурье. Примеры.

Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине.

Результаты обучения	«Неудовлетво-рительно»	«Удовлетво-рительно»	«Хорошо»	«Отлично»
Знания	Знания отсутствуют или фрагментарны	Знание определений и формулировок, умение доказывать простейшие утверждения	Общие, структурированные знания, имеются пробелы в доказательствах отдельных утверждений	Систематические знания
Умения	Умения в целом отсутствуют, допускаются ошибки принципиального характера	В целом успешное использование умений, но имеются отдельные пробелы в умениях, допускаются неточности непринципиального характера	В общем успешное, но допускаются отдельные неточности непринципиального характера	Успешное использование умений
Владения	Навыки владения методами отсутствуют, наличие отдельных навыков	Фрагментарное владение методами, наличие отдельных навыков	В целом сформированные навыки применения методов	Владение методами

8. Ресурсное обеспечение:

А) Перечень основной и дополнительной литературы.

- основная литература:

Архипов Г.И., Чубариков В.Н., Садовничий В.А. Лекции по математическому анализу //М., Дрофа, 2004

Болгов В.А., Ефимов А.В., Каракулин А.Ф., Демидович Б.П., Коган С.М. Сборник задач по математике для втузов (в 4-х частях под ред. А.В. Ефимова и Б.П. Демидовича), ч.2 Специальные разделы математического анализа // М., Наука, 1993
Бугров Я.С., Никольский С.М. Высшая математика (в 3-х томах), т. 2 Дифференциальное и интегральное исчисление. Ряды // М., Дрофа, 2014
Бугров Я.С., Никольский С.М. Высшая математика (в 3-х томах), т. 3 Кратные интегралы. Ряды Фурье. Интеграл Фурье // М., Дрофа, 2014
Зорич В.А. Математический анализ (в 2-х томах), т.2 // М., Изд-во МЦНМО, 2018
Кудрявцев Л.Д. Краткий курс математического анализа (в 2-х томах), тт. 1 и 2 // М., Физматлит, 2009
- дополнительная литература:
Виноградова И.А., Олехник С.Н., Садовничий В.А. Математический анализ в задачах и упражнениях, тт. 2 и 3 // Изд-во Моск. ун-та: изд-во МЦНМО, 2017
Демидович Б.П. Сборник задач по математическому анализу // М., Аст: Астрель, 2004
Кудрявцев Л.Д. Курс математического анализа (в 3-х томах), тт. 2 и 3 // М., Юрайт, 2014
Кудрявцев Л.Д., Кутасов А.Д., Чехлов В.И., Шабунин М.И. Сборник задач по математическому анализу тт. 2 и 3 // М., Физматлит, 2003
Кудрявцев Н.Л. Лекции по математическому анализу. // М., 2016

9. Язык преподавания – русский.

10. Преподаватель (преподаватели) – Антонов А.П., Кудрявцев Н.Л., Печенцов А.С., Прошкина А.В.

11. Автор (авторы) программы – Кудрявцев Н.Л.