



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)

**Математический факультет**

Программа кандидатского экзамена по специальной дисциплине  
Группа научных специальностей – 1.1. Математика и механика  
Научная специальность – 1.1.1. Вещественный, комплексный и функциональный анализ  
Подготовка кадров высшей квалификации

|                      |              |                        |               |
|----------------------|--------------|------------------------|---------------|
| Версия документа - 1 | стр. 1 из 18 | Первый экземпляр _____ | КОПИЯ № _____ |
|----------------------|--------------|------------------------|---------------|



**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по научной работе

И.В. Бычков

» \_\_\_\_\_ 06 \_\_\_\_\_ 2022 г.

**ПРОГРАММА КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА  
ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

Группа научных специальностей – 1.1. Математика и механика

Научная специальность – 1.1.1. Вещественный, комплексный и  
функциональный анализ

**Подготовка кадров высшей квалификации**

Челябинск, 2022



Математический факультет

Программа кандидатского экзамена по специальной дисциплине  
Группа научных специальностей – 1.1. Математика и механика  
Научная специальность – 1.1.1. Вещественный, комплексный и функциональный анализ  
Подготовка кадров высшей квалификации

Версия документа - 1

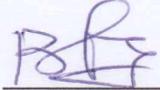
стр. 2 из 18

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

КОПИЯ № \_\_\_\_\_

Программа кандидатского экзамена по специальной дисциплине разработана кафедрой математического анализа на основе паспорта научной специальности 11.1.1. Вещественный, комплексный и функциональный анализ.

Разработчики:

Профессор кафедры математического анализа,  
доктор физико-математических наук, профессор  В.Е. Федоров

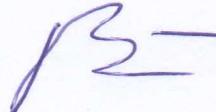
Программа одобрена на заседании кафедры математического анализа  
от «17» 06 2022 г., протокол № 12.

И.о.зав. кафедрой  А.Ф. Шуклина

Программа принята на заседании Ученого совета математического  
факультета от «23» 06 2022 г., протокол № 10.

Согласовано

Декан математического факультета  Е.А. Сбродова

Зав. кафедрой вычислительной математики  В.Н. Павленко

Зав. отделом аспирантуры  
и докторантуры Н.В. Бочкарева



|  |              |                        |               |
|--|--------------|------------------------|---------------|
|  МИНОБРНАУКИ РОССИИ<br>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования<br>«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») |              |                        |               |
| <b>Математический факультет</b>  |              |                        |               |
| Программа кандидатского экзамена по специальной дисциплине<br>Группа научных специальностей – 1.1. Математика и механика<br>Научная специальность – 1.1.1. Вещественный, комплексный и функциональный анализ<br>Подготовка кадров высшей квалификации        |              |                        |               |
| Версия документа - 1   | стр. 3 из 18 | Первый экземпляр _____ | КОПИЯ № _____ |

## Общие положения

Кандидатские экзамены являются основной частью аттестации научных и научно-педагогических кадров. Цель экзамена – установить глубину профессиональных знаний прикрепленного лица (далее – соискатель ученой степени кандидата наук, соискатель), уровень подготовленности к самостоятельной научно-исследовательской работе.

Программа включает 5 вопросов, соответствующих разделу «Действительный анализ», и по 6 вопросов в разделах «Комплексный анализ» и «Функциональный анализ».

На экзамене кандидатского минимума по специальности 1.1.1. Вещественный, комплексный и функциональный анализ соискатель ученой степени кандидата наук должен продемонстрировать владение основными методами математического и функционального анализа, включая знание основных понятий, объектов и их свойств всех разделов дисциплины.

От соискателя требуется четко, емко и кратко изложить теоретический материал, владеть соответствующей терминологией и проявить это в ответах.

В реферате должны быть освещены проблемные аспекты темы, даны ссылки на работы известных специалистов, свой взгляд на проблему и возможные пути ее решения. Изложение проблемы в реферате рекомендуется связать с темой диссертационного исследования.

При подготовке к кандидатскому экзамену и его сдаче в исключительных случаях (форс-мажор и т.п.) могут применяться электронное обучение, дистанционные образовательные технологии.

### **В результате освоения соискатель должен:**

- **знать:** основные методы теории математического и функционального анализа;
- **уметь:** определять дифференцируемость монотонной функции почти всюду, применять неравенства Гельдера и Минковского, доказывать полноту пространства  $L_p$ , применять преобразования Фурье, представлять аналитические функции степенными рядами;
- **владеть:** основными понятиями и навыками теории вещественного и комплексного анализа;

|  |              |                        |               |
|--|--------------|------------------------|---------------|
|  МИНОБРНАУКИ РОССИИ<br>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования<br>«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») |              |                        |               |
| <b>Математический факультет</b>  |              |                        |               |
| Программа кандидатского экзамена по специальной дисциплине<br>Группа научных специальностей – 1.1. Математика и механика<br>Научная специальность – 1.1.1. Вещественный, комплексный и функциональный анализ<br>Подготовка кадров высшей квалификации        |              |                        |               |
| Версия документа - 1   | стр. 4 из 18 | Первый экземпляр _____ | КОПИЯ № _____ |

- **иметь опыт деятельности:** проведения научных исследований в соответствии с поставленной целью; составления отчетов по теме и по результатам проведенных научно-исследовательских разработок.

### Процедура кандидатского экзамена

Экзамен программы проводится по билетам, каждый из которых содержит 3 вопроса. Кроме того, на экзамене могут быть заданы дополнительные вопросы. Экзамен подразумевает также собеседование по содержанию полностью или частично подготовленного кандидатского исследования.

За экзамен выставляется единая оценка.

### Разделы, темы

#### Раздел 1. Действительный анализ.

##### Меры, измеримые функции, интеграл

1. Аддитивные функции множеств (меры), счетная аддитивность мер.
2. Конструкция лебеговского продолжения. Измеримые функции.
3. Сходимость функций по мере и почти всюду. Теоремы Егорова и Лузина.
4. Интеграл Лебега. Предельный переход под знаком интеграла.
5. Сравнение интегралов Лебега и Римана.
6. Прямые произведения мер. Теорема Фубини.

##### Неопределенный интеграл Лебега и теория дифференцирования.

7. Дифференцируемость монотонной функции почти всюду.
8. Функции с ограниченным изменением (вариацией).
9. Производная неопределенного интеграла Лебега.
10. Задача восстановления функции по ее производной.
11. Абсолютно непрерывные функции. Теорема Радона–Никодима.
12. Интеграл Стильтеса.

##### Пространства суммируемых функций и ортогональные ряды.

13. Неравенства Гельдера и Минковского.
14. Пространства  $L_p$ , их полнота. Полные и замкнутые системы функций.

|  |              |                        |               |
|--|--------------|------------------------|---------------|
|  МИНОБРНАУКИ РОССИИ<br>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования<br>«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») |              |                        |               |
| <b>Математический факультет</b>  |              |                        |               |
| Программа кандидатского экзамена по специальной дисциплине<br>Группа научных специальностей – 1.1. Математика и механика<br>Научная специальность – 1.1.1. Вещественный, комплексный и функциональный анализ<br>Подготовка кадров высшей квалификации        |              |                        |               |
| Версия документа - 1   | стр. 5 из 18 | Первый экземпляр _____ | КОПИЯ № _____ |

15. Ортонормированные системы в  $L_2$  и равенство Парсеваля.
16. Ряды по ортогональным системам; стремление к нулю коэффициентов Фурье суммируемой функции в случае равномерно ограниченной ортонормированной системы

### **Тригонометрические ряды. Преобразование Фурье.**

17. Условие сходимости ряда Фурье.
18. Представление функций сингулярными интегралами.
19. Единственность разложения функции в тригонометрический ряд.
20. Преобразование Фурье интегрируемых и квадратично интегрируемых функций.
21. Свойство единственности для преобразования Фурье.
22. Теорема Планшереля. Преобразование Лапласа.
23. Преобразование Фурье–Стилтьеса.

### **Гладкие многообразия и дифференциальные формы.**

24. Касательное пространство к многообразию в точке.
25. Дифференциальные формы на многообразии. Внешний дифференциал.
26. Интеграл от формы по многообразию. Формула Стокса. Основные интегральные формулы анализа.

## **Раздел 2. Комплексный анализ.**

### **Интегральные представления аналитических функций**

27. Интегральная теорема Коши и ее обращение (теорема Мореры).
28. Интегральная формула Коши. Теорема о среднем.
29. Принцип максимума модуля. Лемма Шварца.
30. Интеграл типа Коши, его предельные значения. Формулы Сохоцкого.

### **Ряды аналитических функций. Особые точки. Вычеты**

31. Равномерно сходящиеся ряды аналитических функций; теорема Вейерштрасса.
32. Представление аналитических функций степенными рядами, неравенства Коши.
33. Нули аналитических функций. Теорема единственности.



**Математический факультет**

Программа кандидатского экзамена по специальной дисциплине  
Группа научных специальностей – 1.1. Математика и механика  
Научная специальность – 1.1.1. Вещественный, комплексный и функциональный анализ  
Подготовка кадров высшей квалификации

Версия документа - 1

стр. 6 из 18

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

КОПИЯ № \_\_\_\_\_

34. Изолированные особые точки (однозначного характера). Теорема Коши о вычетах.
35. Вычисление интегралов с помощью вычетов.
36. Принцип аргумента. Теорема Руше. Приближение аналитических функций многочленами.

### **Целые и мероморфные функции**

37. Рост целой функции. Порядок и тип. Теорема Вейерштрасса о целых функциях с заданными нулями; разложение целой функции в бесконечное произведение.
38. Случай целых функций конечного порядка, теорема Адамара.
39. Теорема Миттаг–Леффлера о мероморфных функциях с заданными полюсами и главными частями.

### **Конформные отображения**

40. Конформные отображения, осуществляемые элементарными функциями.
41. Принцип сохранения области. Критерии однолиственности.
42. Теорема Римана. Теоремы о соответствии границ при конформных отображениях.

### **Аналитическое продолжение**

43. Аналитическое продолжение и полная аналитическая функция (в смысле Вейерштрасса).
44. Понятие Римановой поверхности. Продолжение вдоль кривой. Теорема о монодромии.
45. Изолированные особые точки аналитических функций, точки ветвления бесконечного порядка. Принцип симметрии.
46. Формула Кристоффеля–Шварца. Модулярная функция.
47. Нормальные семейства функций, критерий нормальности. Теорема Пикара.

### **Гармонические функции**

48. Гармонические функции, их связь с аналитическими. Инвариантность гармоничности при конформной замене переменных.

|  |              |                        |               |
|--|--------------|------------------------|---------------|
|  МИНОБРНАУКИ РОССИИ<br>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования<br>«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») |              |                        |               |
| <b>Математический факультет</b>  |              |                        |               |
| Программа кандидатского экзамена по специальной дисциплине<br>Группа научных специальностей – 1.1. Математика и механика<br>Научная специальность – 1.1.1. Вещественный, комплексный и функциональный анализ<br>Подготовка кадров высшей квалификации        |              |                        |               |
| Версия документа - 1   | стр. 7 из 18 | Первый экземпляр _____ | КОПИЯ № _____ |

49. Бесконечная дифференцируемость. Теорема о среднем и принцип максимума.
50. Теорема единственности. Задача Дирихле. Формула Пуассона для круга.

### **Раздел 3. Функциональный анализ.**

#### **Метрические и топологические пространства**

51. Сходимость последовательностей в метрических пространствах.
52. Полнота и пополнение метрических пространств. Сепарабельность.
53. Принцип сжимающих отображений.
54. Компактность множеств в метрических и топологических пространствах.

#### **Нормированные и топологические линейные пространства**

55. Линейные пространства. Выпуклые множества и выпуклые функционалы, теорема Банаха–Хана.
56. Отделимость выпуклых множеств. Нормированные пространства. Критерии компактности множеств в пространствах  $C$  и  $L_p$ .
57. Евклидовы пространства. Топологические линейные пространства.

#### **Линейные функционалы и линейные операторы**

58. Непрерывные линейные функционалы. Общий вид линейных ограниченных функционалов на основных функциональных пространствах.
59. Сопряженное пространство. Слабая топология и слабая сходимость.
60. Линейные операторы и сопряженные к ним. Пространство линейных ограниченных операторов.
61. Спектр и резольвента. Компактные (вполне непрерывные) операторы. Теоремы Фредгольма

#### **Гильбертовы пространства и линейные операторы в них**

62. Изоморфизм сепарабельных бесконечномерных гильбертовых пространств.

|  |              |                        |               |
|--|--------------|------------------------|---------------|
|  МИНОБРНАУКИ РОССИИ<br>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования<br>«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») |              |                        |               |
| <b>Математический факультет</b>  |              |                        |               |
| Программа кандидатского экзамена по специальной дисциплине<br>Группа научных специальностей – 1.1. Математика и механика<br>Научная специальность – 1.1.1. Вещественный, комплексный и функциональный анализ<br>Подготовка кадров высшей квалификации        |              |                        |               |
| Версия документа - 1   | стр. 8 из 18 | Первый экземпляр _____ | КОПИЯ № _____ |

63. Спектральная теория ограниченных операторов в гильбертовых пространствах.
64. Функциональное исчисление для самосопряженных операторов и спектральная теорема.
65. Диагонализация компактных самосопряженных операторов. Неограниченные операторы

### **Дифференциальное исчисление в линейных пространствах**

66. Дифференцирование в линейных пространствах.
67. Сильный и слабый дифференциалы.
68. Производные и дифференциалы высших порядков.
69. Экстремальные задачи для дифференцируемых функционалов. Метод Нью

### **Обобщенные функции**

70. Регулярные и сингулярные обобщенные функции.
71. Дифференцирование, прямое произведение и свертка обобщенных функций.
72. Обобщенные функции медленного роста; их преобразование Фурье.
73. Преобразование Лапласа обобщенных функций (операционное исчисление).
74. Структура обобщенных функций с компактным носителем

### **Вопросы кандидатского экзамена**

1. Аддитивные функции множеств (меры), счетная аддитивность мер. Конструкция лебеговского продолжения. Измеримые функции.
2. Сходимость функций по мере и почти всюду. Теоремы Егорова и Лузина.
3. Интеграл Лебега. Предельный переход под знаком интеграла. Сравнение интегралов Лебега и Римана.
4. Прямые произведения мер. Теорема Фубини.
5. Дифференцируемость монотонной функции почти всюду. Функции с ограниченным изменением (вариацией).

|  |              |                        |               |
|--|--------------|------------------------|---------------|
|  МИНОБРНАУКИ РОССИИ<br>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования<br>«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») |              |                        |               |
| <b>Математический факультет</b>  |              |                        |               |
| Программа кандидатского экзамена по специальной дисциплине<br>Группа научных специальностей – 1.1. Математика и механика<br>Научная специальность – 1.1.1. Вещественный, комплексный и функциональный анализ<br>Подготовка кадров высшей квалификации        |              |                        |               |
| Версия документа - 1   | стр. 9 из 18 | Первый экземпляр _____ | КОПИЯ № _____ |

6. Производная неопределенного интеграла Лебега. Задача восстановления функции по ее производной. Абсолютно непрерывные функции.
7. Теорема Радона–Никодима. Интеграл Стильеса.
8. Неравенства Гельдера и Минковского. Пространства  $L_p$ , их полнота.
9. Полные и замкнутые системы функций. Ортонормированные системы в  $L_2$  и равенство Парсеваля. Ряды по ортогональным системам; стремление к нулю коэффициентов Фурье суммируемой функции в случае равномерно ограниченной ортонормированной системы.
10. Условие сходимости ряда Фурье.
11. Представление функций сингулярными интегралами.
12. Единственность разложения функции в тригонометрический ряд.
13. Преобразование Фурье интегрируемых и квадратично интегрируемых функций. Свойство единственности для преобразования Фурье.
14. Теорема Планшереля.
15. Преобразование Лапласа.
16. Преобразование Фурье–Стилтьеса.
17. Касательное пространство к многообразию в точке.
18. Дифференциальные формы на многообразии. Внешний дифференциал. Интеграл от формы по многообразию.
19. Формула Стокса. Основные интегральные формулы анализа.
20. Интегральная теорема Коши и ее обращение (теорема Мореры). Интегральная формула Коши. Теорема о среднем. Принцип максимума модуля. Лемма Шварца.
21. Интеграл типа Коши, его предельные значения.
22. Формулы Сохоцкого.
23. Равномерно сходящиеся ряды аналитических функций; теорема Вейерштрасса. Представление аналитических функций степенными рядами, неравенства Коши.
24. Нули аналитических функций. Теорема единственности.
25. Изолированные особые точки (однозначного характера). Теорема Коши о вычетах. Вычисление интегралов с помощью вычетов.
26. Принцип аргумента. Теорема Руше.
27. Приближение аналитических функций многочленами.

|  |               |                        |               |
|--|---------------|------------------------|---------------|
|  МИНОБРНАУКИ РОССИИ<br>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования<br>«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») |               |                        |               |
| <b>Математический факультет</b>  |               |                        |               |
| Программа кандидатского экзамена по специальной дисциплине<br>Группа научных специальностей – 1.1. Математика и механика<br>Научная специальность – 1.1.1. Вещественный, комплексный и функциональный анализ<br>Подготовка кадров высшей квалификации        |               |                        |               |
| Версия документа - 1   | стр. 10 из 18 | Первый экземпляр _____ | КОПИЯ № _____ |

28. Рост целой функции. Порядок и тип. Теорема Вейерштрасса о целых функциях с заданными нулями; разложение целой функции в бесконечное произведение. Случай целых функций конечного порядка, теорема Адамара.
29. Теорема Миттаг–Леффлера о мероморфных функциях с заданными полюсами и главными частями.
30. Конформные отображения, осуществляемые элементарными функциями. Принцип сохранения области. Критерии однолиственности. Теорема Римана. Теоремы о соответствии границ при конформных отображениях.
31. Аналитическое продолжение и полная аналитическая функция (в смысле Вейерштрасса). Понятие Римановой поверхности. Продолжение вдоль кривой.
32. Теорема о монодромии. Изолированные особые точки аналитических функций, точки ветвления бесконечного порядка.
33. Принцип симметрии. Формула Кристоффеля–Шварца. Модулярная функция.
34. Нормальные семейства функций, критерий нормальности. Теорема Пикара.
35. Гармонические функции, их связь с аналитическими. Инвариантность гармоничности при конформной замене переменных. Бесконечная дифференцируемость. Теорема о среднем и принцип максимума. Теорема единственности. Задача Дирихле. Формула Пуассона для круга.
36. Сходимость последовательностей в метрических пространствах. Полнота и пополнение метрических пространств. Сепарабельность.
37. Принцип сжимающих отображений.
38. Компактность множеств в метрических и топологических пространствах.
39. Линейные пространства. Выпуклые множества и выпуклые функционалы, теорема Банаха–Хана. Отделимость выпуклых множеств.
40. Нормированные пространства. Критерии компактности множеств в пространствах  $C$  и  $L_p$ .
41. Евклидовы пространства.
42. Топологические линейные пространства.
43. Непрерывные линейные функционалы. Общий вид линейных ограниченных функционалов на основных функциональных

|  |               |                        |               |
|--|---------------|------------------------|---------------|
|  МИНОБРНАУКИ РОССИИ<br>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования<br>«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») |               |                        |               |
| <b>Математический факультет</b>  |               |                        |               |
| Программа кандидатского экзамена по специальной дисциплине<br>Группа научных специальностей – 1.1. Математика и механика<br>Научная специальность – 1.1.1. Вещественный, комплексный и функциональный анализ<br>Подготовка кадров высшей квалификации        |               |                        |               |
| Версия документа - 1   | стр. 11 из 18 | Первый экземпляр _____ | КОПИЯ № _____ |

- пространствах. Сопряженное пространство. Слабая топология и слабая сходимости. Линейные операторы и сопряженные к ним.
44. Пространство линейных ограниченных операторов. Спектр и резольвента.
45. Компактные (вполне непрерывные) операторы. Теоремы Фредгольма.
46. Изоморфизм сепарабельных бесконечномерных гильбертовых пространств.
47. Спектральная теория ограниченных операторов в гильбертовых пространствах. Функциональное исчисление для самосопряженных операторов и спектральная теорема. Диагонализация компактных самосопряженных операторов.
48. Неограниченные операторы.
49. Дифференцирование в линейных пространствах. Сильный и слабый дифференциалы. Производные и дифференциалы высших порядков. Экстремальные задачи для дифференцируемых функционалов. Метод Ньютона.
50. Регулярные и сингулярные обобщенные функции. Дифференцирование, прямое произведение и свертка обобщенных функций.
51. Обобщенные функции медленного роста; их преобразование Фурье.
52. Преобразование Лапласа обобщенных функций (операционное исчисление).
53. Структура обобщенных функций с компактным носителем.

### Список рекомендуемой литературы

#### Основная литература

Источники, отмеченные знаком «\*», имеются в научной библиотеке ЧелГУ на бумажных носителях, в электронном виде и в электронно-библиотечных системах (ЭБС): «Университетская библиотека онлайн» и «ЛАНЬ», к которым имеется подписка по договорам с правообладателями учебной и учебно-методической литературы, методических пособий на текущий учебный год.

1. \*Аверченков, В. И. Основы научного творчества : учебное пособие : [16+] / В. И. Аверченков, Ю. А. Малахов. – 4-е изд., стер. – Москва : ФЛИНТА, 2021. – 156 с. : ил., схем., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=93347> (дата обращения: 16.05.2022). – ISBN 978-5-9765-1269-6. – Текст : электронный.

|  |               |                        |               |
|--|---------------|------------------------|---------------|
|  МИНОБРНАУКИ РОССИИ<br>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования<br>«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») |               |                        |               |
| <b>Математический факультет</b>  |               |                        |               |
| Программа кандидатского экзамена по специальной дисциплине<br>Группа научных специальностей – 1.1. Математика и механика<br>Научная специальность – 1.1.1. Вещественный, комплексный и функциональный анализ<br>Подготовка кадров высшей квалификации        |               |                        |               |
| Версия документа - 1   | стр. 12 из 18 | Первый экземпляр _____ | КОПИЯ № _____ |

2. \*Евграфов, М.А. Аналитические функции. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2008. — 448 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/134> — Загл. с экрана.
3. \*Люстерник, Л.А. Краткий курс функционального анализа. [Электронный ресурс] / Л.А. Люстерник, В.И. Соболев. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2009. — 272 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/245> — Загл. с экрана.
4. \*Маркушевич, А. И. Теория аналитических функций [Текст] : учебник / А. И. Маркушевич. — Изд. 3-е, стер. — Санкт-Петербург : Лань, Т. 1 : Начала теории. — 2009. — 486 с.
5. \*Натансон, И.П. Теория функций вещественной переменной. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2008. — 560 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/284> — Загл. с экрана.
6. \*Привалов, И.И. Введение в теорию функций комплексного переменного. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2009. — 432 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/322> — Загл. с экрана.

### Дополнительная литература

1. \*Владимиров, В.С. Уравнения математической физики [Электронный ресурс] : учебник / В.С. Владимиров, В.В. Жаринов. - Москва : Физматлит, 2000. - 400 с. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68126>
2. \*Зорич, В. А. Математический анализ : учебник / В. А. Зорич. — Москва : Наука, Ч. 1. — 1981. — 544 с.
3. \*Колмогоров, А. Н. Элементы теории функций и функционального анализа [Текст] / А. Н. Колмогоров, С. В. Фомин. — 7-е изд. — Москва : Физматлит, 2006. — 570 с.
4. \*Лаврентьев, М. А. Методы теории функций комплексного переменного [Текст] : учебное пособие для студентов университетов / М. А. Лаврентьев, Б. В. Шабат. — 4-е изд., испр. — Москва : Наука, 1973. — 736 с.
5. \*Никольский, С.М. Курс математического анализа [Электронный ресурс] : учебник / С.М. Никольский. - 6-е изд., стереотип. - Москва : Физматлит, 2001. - 592 с. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=69500> (24.12.2015).
6. \*Рид, М. Методы современной математической физики [Текст] / М. Рид, Б. Саймон ; пер. с англ. А. К. Погребкова, В. Н. Сушко ; под ред. М. К. Поливанова. — Москва : Мир, 1978. — 395 с.

|  |               |                        |               |
|--|---------------|------------------------|---------------|
|  МИНОБРНАУКИ РОССИИ<br>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования<br>«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») |               |                        |               |
| <b>Математический факультет</b>  |               |                        |               |
| Программа кандидатского экзамена по специальной дисциплине<br>Группа научных специальностей – 1.1. Математика и механика<br>Научная специальность – 1.1.1. Вещественный, комплексный и функциональный анализ<br>Подготовка кадров высшей квалификации        |               |                        |               |
| Версия документа - 1   | стр. 13 из 18 | Первый экземпляр _____ | КОПИЯ № _____ |

7. \* Рудин, У. Основы математического анализа [Текст] : [учебное пособие] / У. Рудин ; пер. с англ. В. П. Хавина. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2004. — 319 с.
8. \* Садовничий, В. А. Теория операторов [Текст] : учебник для вузов / В. А. Садовничий. — 2-е изд., перераб. — Москва : Изд-во Моск. ун-та, 1986. — 368 с.
9. \* Смирнов, В. И. Курс высшей математики [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. И. Смирнов. - Москва : Гос. изд-во физ.-мат. лит., 1959. - Т. 5. - URL: [//biblioclub.ru/index.php?page=book&id=257406](http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=257406) (24.12.2015).
10. \* Хатсон, В. К. Л. Приложения функционального анализа и теории операторов [Текст] / В. К. Л. Хатсон, Дж. С. Пим ; пер. с англ. Н. И. Плужниковой, В. И. Авербуха ; под ред. А. А. Кириллова. — Москва : Мир, 1983. — 431 с.
11. \* Шабат, Б. В. Введение в комплексный анализ [Текст] : учебник : в 2 частях / Б. В. Шабат. — Санкт-Петербург : Лань, Ч. 1 : Функции одного переменного. — 2004. — 336 с.

### Интернет-ресурсы

Доступные базы научных журналов.

### Электронные фонды и ресурсы

1. eLIBRARY.RU [Электронный ресурс] : научная электронная библиотека [научной периодики на русском языке] — Москва, [1999-]. - Доступ к полным текстам после регистрации из сети ЧелГУ. – URL: <http://elibrary.ru/defaultx.asp> (дата обращения: 25.09.2016).
2. Российский фонд фундаментальных исследований (РФФИ) - официальный сайт <http://www.rfbr.ru/rffi/ru>.
3. Научная электронная библиотека. Монографии, изданные в издательстве Российской Академии Естествознания полнотекстовый ресурс научных и учебных изданий РАЕ <https://www.monographies.ru/>.
4. Реферативные: Базы данных ИНИОН РАН, базы данных ВИНТИ, Scopus (<http://www.scopus.com>), Science (архив).
5. Web of Science (<https://apps.webofknowledge.com>) Web of Science : мультидисциплинарная реферативная база данных / компания Thomson Reuters. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей ЧелГУ. – Текст : электронный.

|  |               |                        |               |
|--|---------------|------------------------|---------------|
|  МИНОБРНАУКИ РОССИИ<br>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования<br>«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») |               |                        |               |
| <b>Математический факультет</b>  |               |                        |               |
| Программа кандидатского экзамена по специальной дисциплине<br>Группа научных специальностей – 1.1. Математика и механика<br>Научная специальность – 1.1.1. Вещественный, комплексный и функциональный анализ<br>Подготовка кадров высшей квалификации        |               |                        |               |
| Версия документа - 1   | стр. 14 из 18 | Первый экземпляр _____ | КОПИЯ № _____ |

6. Scopus (<https://www.scopus.com>) Scopus : реферативная база данных / Elsevier BV. – URL: <http://www.scopus.com/>. – Яз. англ. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей ЧелГУ. – Текст : электронный.

### **Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

При необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене.

При проведении процедуры оценивания результатов кандидатского экзамена инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями. Эти средства могут быть предоставлены ЧелГУ или могут использоваться собственные технические средства.

Процедура оценивания результатов кандидатского экзамена инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по спецдисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

При проведении процедуры оценивания результатов кандидатского экзамена инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по

|  |               |                        |               |
|--|---------------|------------------------|---------------|
|  МИНОБРНАУКИ РОССИИ<br>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования<br>«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») |               |                        |               |
| <b>Математический факультет</b>  |               |                        |               |
| Программа кандидатского экзамена по специальной дисциплине<br>Группа научных специальностей – 1.1. Математика и механика<br>Научная специальность – 1.1.1. Вещественный, комплексный и функциональный анализ<br>Подготовка кадров высшей квалификации        |               |                        |               |
| Версия документа - 1   | стр. 15 из 18 | Первый экземпляр _____ | КОПИЯ № _____ |

спецдисциплине обеспечивается выполнение следующих дополнительных требований в зависимости от индивидуальных особенностей обучающихся:

а) инструкция по порядку проведения процедуры оценивания предоставляется в доступной форме (устно, в письменной форме, в письменной форме на языке Брайля, устно с использованием услуг сурдопереводчика);

б) доступная форма предоставления заданий оценочных средств (в печатной форме, в печатной форме увеличенным шрифтом, в печатной форме шрифтом Брайля, в форме электронного документа, задания зачитываются ассистентом, задания предоставляются с использованием сурдоперевода);

в) доступная форма предоставления ответов на задания (письменно на бумаге, набор ответов на компьютере, письменно на языке Брайля, с использованием услуг ассистента, устно).

При необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов кандидатского экзамена по спецдисциплине может проводиться в несколько этапов.

В исключительных случаях (форс-мажорные обстоятельства и др.) электронное обучение, дистанционные образовательные технологии предусматривают возможность приема-передачи информации в доступных для них формах.

### **Критерии оценки результатов кандидатского экзамена**

Оценка **«отлично»** ставится при соблюдении следующих условий:

- грамотное и правильное использование в ответах научной терминологии;
- безошибочное владение категориальным аппаратом;
- умение безошибочно сформулировать и доказать основные теоремы, соответствующие содержащимся в билетах вопросам;
- владение методами решения задач, соответствующих теоретической части вопросов;
- логичность, связность ответа.

Оценка **«хорошо»** ставится при соблюдении следующих условий:

- грамотное и правильное использование в ответах научной терминологии;
- владение категориальным аппаратом;

|  |               |                        |               |
|--|---------------|------------------------|---------------|
|  МИНОБРНАУКИ РОССИИ<br>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования<br>«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») |               |                        |               |
| <b>Математический факультет</b>  |               |                        |               |
| Программа кандидатского экзамена по специальной дисциплине<br>Группа научных специальностей – 1.1. Математика и механика<br>Научная специальность – 1.1.1. Вещественный, комплексный и функциональный анализ<br>Подготовка кадров высшей квалификации        |               |                        |               |
| Версия документа - 1   | стр. 16 из 18 | Первый экземпляр _____ | КОПИЯ № _____ |

- отдельные ошибки при формулировке и доказательстве основных теорем, соответствующих содержащимся в билетах вопросам;
- владение основными методами решения задач, соответствующих теоретической части вопросов;
- логичность, связность ответа.

Оценка **«удовлетворительно»** ставится за:

- недостаточное владение категориальным аппаратом;
- ошибки при формулировке и доказательстве основных теорем, соответствующих содержащимся в билетах вопросам;
- поверхностное владение методами решения задач, соответствующих теоретической части вопросов.

Оценка **«неудовлетворительно»** ставится за:

- отсутствие в ответах необходимой научной терминологии;
- грубые ошибки при формулировке и доказательстве основных теорем, соответствующих содержащимся в билетах вопросам;
- нарушение логичности, связности ответа.

### **Оценка за реферат**

Оценка **«отлично»** за реферат ставится, если:

- содержание реферата точно соответствует теме, отсутствуют ошибки в изложении и оформлении реферата;
- материал освещен в проблемном аспекте при достаточном фактологическом изложении;
- ссылки на работы известных ученых и новейшую литературу отличаются полнотой;
- изложено свое видение проблемы и аргументация своей позиции с помощью фактов;
- содержание связано с темой диссертационного исследования.

Оценка **«хорошо»** за реферат ставится, если:

- содержание реферата соответствует теме, допущены негрубые ошибки в изложении и оформлении реферата;
- обозначены основные проблемы изучения заявленного в теме вопроса при достаточном фактологическом изложении;
- даны ссылки на работы известных ученых и новейшую литературу;
- изложено свое видение проблемы и приведен ряд аргументов своей позиции с помощью фактов;

|  |               |                        |               |
|--|---------------|------------------------|---------------|
|  МИНОБРНАУКИ РОССИИ<br>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования<br>«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») |               |                        |               |
| <b>Математический факультет</b>  |               |                        |               |
| Программа кандидатского экзамена по специальной дисциплине<br>Группа научных специальностей – 1.1. Математика и механика<br>Научная специальность – 1.1.1. Вещественный, комплексный и функциональный анализ<br>Подготовка кадров высшей квалификации        |               |                        |               |
| Версия документа - 1   | стр. 17 из 18 | Первый экземпляр _____ | КОПИЯ № _____ |

- содержание связано с темой диссертационного исследования.

Оценка «удовлетворительно» за реферат ставится, если:

- содержание реферата соответствует теме, допущены ошибки в изложении и оформлении реферата;
- поверхностное фактологическое изложение;
- даны ссылки на ряд работ известных ученых и новейшую литературу;
- содержание связано с темой диссертационного исследования.

Оценка «неудовлетворительно» за реферат ставится, если:

- содержание реферата не соответствует теме, допущены грубые ошибки в изложении и оформлении реферата;
- не изложено свое видение проблемы и не приведены аргументы своей позиции;
- содержание не связано с темой диссертационного исследования.

|  |               |                        |               |
|--|---------------|------------------------|---------------|
|  МИНОБРНАУКИ РОССИИ<br>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования<br>«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») |               |                        |               |
| <b>Математический факультет</b>  |               |                        |               |
| Программа кандидатского экзамена по специальной дисциплине<br>Группа научных специальностей – 1.1. Математика и механика<br>Научная специальность – 1.1.1. Вещественный, комплексный и функциональный анализ<br>Подготовка кадров высшей квалификации        |               |                        |               |
| Версия документа - 1   | стр. 18 из 18 | Первый экземпляр _____ | КОПИЯ № _____ |

### Форма билета кандидатского экзамена

|   |     |
|---|-----|
|  МИНОБРНАУКИ РОССИИ<br>Федеральное государственное бюджетное<br>образовательное учреждение высшего образования<br>«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») |     |
| Наименование факультета<br>Наименование кафедры   |     |
| Группа научных специальностей – шифр и наименование<br>Научная специальность – шифр и наименование  |     |
| <b>Кандидатский экзамен по спецдисциплине</b>   |     |
| Экзаменационный билет №   |     |
| 1.  |     |
| 2.  |     |
| 3.  |     |
| Зав. кафедрой   | ФИО |