

Документ подписан простой электронной подписью Информация о владельце: ФИО: Таскаев Сергей Валерьевич Должность: Ректор Дата подписания: 08.03.2024 06:08:30 Уникальный программный ключ: 09119418019853350755486193078888782977	МИНУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Рабочая программа дисциплины "Обобщенные функции" по направлению подготовки (специальности) 02.03.01 Математика и компьютерные науки" направленности (профилю) Топологические и аналитические методы исследования математических моделей ФГБОУ ВО «ЧелГУ»	стр. 1
--	--	--------

## **Рабочая программа дисциплины (модуля)\***

### **Обобщенные функции**

Направление подготовки (специальность)

02.03.01 Математика и компьютерные науки

Направленность (профиль)

Топологические и аналитические методы исследования математических моделей

Присваиваемая квалификация (степень)

бакалавр

Форма обучения

очная

Год(ы) набора 2024

\*Рабочая программа дисциплины (модуля) адаптирована для инклюзивного обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Челябинск 2024 г.



## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре ОПОП
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)
4. Объем дисциплины (модуля)
5. Структура и содержание дисциплины (модуля)
6. Фонд оценочных средств
  - 6.1. Перечень видов оценочных средств
  - 6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации
  - 6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации
  - 6.4. Критерии оценивания
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)
  - 7.1. Рекомендуемая литература
  - 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"
  - 7.3. Перечень информационных технологий
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Специальные условия освоения дисциплины обучающимися с инвалидностью и ограниченными возможностями здоровья



### 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины — изложить основные результаты и методы обобщенных функций на современном языке и в достаточно полном объеме.

Задачи дисциплины заключаются в развитии следующих знаний, умений и навыков личности:

- повышение уровня математической грамотности и математической культуры студентов;
- ознакомление с аппаратом обобщенных функций, используемых в решении широкого круга математических и физических задач;
- демонстрация взаимосвязей различных математических дисциплин;
- развитие у студентов способности ориентироваться в методах, применяемых для решения различных задач;
- создание целостной картины изучаемого предмета и понимания взаимосвязи между теоретическими результатами и практическими задачами.

Результаты обучения по дисциплине направлены на достижение индикаторов:

ПК-1.1. Обладает знаниями об основных методах проведения научно-исследовательских разработок; о способах планирования и организации исследований.

ПК-1.2. Демонстрирует умения: проводить поиск, изучение и обобщение научного опыта в соответствующей области исследований; определять цели и задачи планируемых исследований и разработок; проводить исследование, составлять его описание, формулировать выводы по полученным результатам.

ПК-1.3. Имеет практический опыт (навыки): проведения научных исследований в соответствии с поставленной целью; составления отчетов по теме и по результатам проведенных научно-исследовательских разработок.

### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Цикл (раздел) ОПОП: Б1.В.1.03

#### 2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Для усвоения дисциплины обучаемый должен обладать математической подготовкой, предусматривающей владение основными навыками и понятиями математического анализа, функционального анализа, комплексного анализа, начальный уровень владения уравнениями в частных производных.

Уравнения с частными производными

Комплексный анализ

Функциональный анализ

Математический анализ

#### 2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:

Знания по данной дисциплине могут быть полезны для научно-исследовательской работы студентов и для их общего математического образования.

Преддипломная практика

### 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**ПК-1: Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, при проведении научно-исследовательских разработок**

#### Знать:

Для достижения ПК-1.1.: обладать базовыми знаниями, полученными в области обобщенных функций.

#### Уметь:

Для достижения ПК-1.2.: уметь проводить поиск, изучение и обобщение научного опыта в соответствующей области исследований.

#### Владеть:

Для достижения ПК-1.3.: владеть навыками проведения научных исследований в соответствии с поставленной целью.



**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

<b>3.1 Знать:</b>	
3.1.1	Обладает базовыми знаниями, полученными в области обобщенных функций.
<b>3.2 Уметь:</b>	
3.2.1	проводить поиск, изучение и обобщение научного опыта в соответствующей области исследований.
<b>3.3 Владеть:</b>	
3.3.1	проведения научных исследований в соответствии с поставленной целью.

**4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

<b>Общая трудоемкость</b>	<b>5 ЗЕТ</b>
Часов по учебному плану : 180 в том числе : аудиторные занятия : 68 самостоятельная работа : 74 часов на контроль : 27 контактная работа: 79 ИКР: 11	Виды контроля в семестрах:  экзамены 7

**5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Литература
	<b>Раздел 1. Введение</b>			
1.1	Основные необходимые сведения из функционального анализа, теории меры и интеграла Лебега, историческая справка /Лек/	7	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3
1.2	Повторение необходимого понятийного аппарата функционального анализа и теории меры и интеграла Лебега /Пр/	7	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3
1.3	Введение: повторение необходимого материала /Ср/	7	11	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3
	<b>Раздел 2. Пространство пробных функций D. Пространство обобщенных функций над ним</b>			
2.1	Пространство основных функций с компактным носителем /Лек/	7	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3
2.2	Обобщенные функции /Лек/	7	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3
2.3	Линейное преобразование аргумента /Лек/	7	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3



Рабочая программа дисциплины "Обобщенные функции" по направлению подготовки (специальности) 02.03.01 "Математика и компьютерные науки" направленности (профилю) Топологические и аналитические методы исследования математических моделей ФГБОУ ВО «ЧелГУ»				стр. 5
2.4	Умножение на гладкую функцию /Лек/	7	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3
2.5	Обобщенная производная /Лек/	7	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3
2.6	Первообразная. Ряды и суммирование рядов в пространстве обобщенных функций /Лек/	7	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3
2.7	Формулы Сохоцкого. Свертка и прямое произведение обобщенных функций /Лек/	7	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3
2.8	Свертка и прямое произведение обобщенных функций /Лек/	7	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3
2.9	Пространство финитных пробных функций. Пространство обобщенных функций $D'$ /Пр/	7	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3
2.10	Линейное преобразование аргумента. Умножение на гладкую функцию /Пр/	7	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3
2.11	Обобщенная производная /Пр/	7	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3
2.12	Сходимость в пространстве обобщенных функций /Пр/	7	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3
2.13	Суммирование рядов /Пр/	7	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3
2.14	Прямое произведение обобщенных функций. Свертка /Пр/	7	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3



Рабочая программа дисциплины "Обобщенные функции" по направлению подготовки (специальности) 02.03.01 "Математика и компьютерные науки" направленности (профилю) Топологические и аналитические методы исследования математических моделей ФГБОУ ВО «ЧелГУ»				стр. 6
2.15	Контрольная работа по разделу 2 /Пр/	7	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3
2.16	Пространство пробных функций $D$ . Пространство обобщенных функций над ним /Ср/	7	22	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3
<b>Раздел 3. Обобщенные функции медленного роста</b>				
3.1	Пространство Шварца $S$ быстроубывающих основных функций. Пространство $S'$ обобщенных функций медленного роста /Лек/	7	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3
3.2	Пространство Шварца. Пространство обобщенных функций медленного роста /Пр/	7	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3
3.3	Пространство Шварца $S$ быстроубывающих основных функций. Пространство $S'$ обобщенных функций медленного роста /Ср/	7	14	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3
<b>Раздел 4. Преобразование Фурье обобщенных функций медленного роста</b>				
4.1	Преобразование Фурье основных функций /Лек/	7	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3
4.2	Преобразование Фурье обобщенных функций /Лек/	7	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3
4.3	Преобразование Фурье обобщенных функций с компактным носителем /Лек/	7	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3
4.4	Преобразование Фурье свертки /Лек/	7	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3
4.5	Преобразование Фурье основных функций /Пр/	7	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3
4.6	Преобразование Фурье обобщенных функций /Пр/	7	6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3



Рабочая программа дисциплины "Обобщенные функции" по направлению подготовки (специальности) 02.03.01  
"Математика и компьютерные науки" направленности (профилю) Топологические и аналитические методы  
исследования математических моделей ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

стр. 7

4.7	Контрольная работа по разделам 3-4 /Пр/	7	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3
4.8	Преобразование Фурье обобщенной функции /Ср/	7	27	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3
4.9	Экзамен /Экзамен/	7	27	Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9
<b>Раздел 5. Иная контактная работа</b>				
5.1	Индивидуальные консультации, текущий контроль /ИКР/	7	11	Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Э1 Э2 Э3

## 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 6.1. Перечень видов оценочных средств

1. Контрольная работа
2. Письменный опрос
3. Вопросы к экзамену

### 6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации

Перечень вопросов для подготовки к письменному опросу

1. Линейные непрерывные функционалы
2. Сходимость в нормированных и топологических пространствах
3. Слабая сходимость
4. Равномерная сходимость
5. Интеграл Лебега
6. Пространство локально интегрируемых функций
7. Теорема Лебега о предельном переходе под знаком интеграла.

Дисциплиной предусмотрены контрольные работы по темам "Основные необходимые сведения из функционального анализа, теории меры и интеграла Лебега, историческая справка", "Пространство пробных функций  $D$ . Пространство обобщенных функций над ним".

Примеры контрольных работ прилагаются.

### 6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации

Перечень вопросов к экзамену

1. Пространство основных функций
2. Пространство обобщенных функций  $D'$ . Полнота пространства обобщенных функций.
3. Носитель обобщенной функции
4. Регулярные обобщенные функции
5. Сингулярные обобщенные функции.
6. Формулы Сохоцкого
7. Линейная замена переменных в обобщенных функциях
8. Умножение обобщенных функций
9. Производные обобщенных функций
10. Свойства обобщенных производных
11. Первообразная обобщенной функции
12. Прямое произведение обобщенных функций. Коммутативность прямого произведения.
13. Свойства прямого произведения
14. Свойства свёртки
15. Существование свертки
16. Регуляризация обобщенных функций



17. Примеры сверток. Ньютонов потенциал
18. Обобщенные функции медленного роста. Пространство Шварца.
19. Структура обобщенных функций с точечным носителем
20. Прямое произведение обобщенных функций медленного роста
21. Свертка обобщенных функций медленного роста.
22. Преобразование Фурье основных функций
23. Преобразование Фурье обобщенных функций
24. Свойства преобразования Фурье
25. Преобразование Фурье обобщенных функций с компактным носителем
26. Преобразование Фурье свертки

#### 6.4. Критерии оценивания

Продолжительность экзамена – 60 минут. В билете два теоретических вопроса и одно практическое задание, аналогичное заданиям в контрольных работах. За каждое выполненное теоретическое задание билета студент может получить 5 баллов, за практическое -10 баллов. Если задание выполнено правильно, то оно оценивается 5 (10) баллами. Если задание выполнено с ошибками, то баллы снижаются в зависимости от количества допущенных ошибок. Максимальное количество баллов за экзамен – 20.

При подведении итогов учитываются результаты текущей аттестации, в том числе посещаемость (максимум 10 баллов). Полученные за текущую аттестацию баллы суммируются с баллами, полученными за каждый этап при прохождении промежуточной аттестации:

Оценка "Неудовлетворительно" выставляется за 39 и менее баллов.

За 40-45 баллов оценка - "Удовлетворительно" (уровень 1)

За 46-55 баллов оценка - "Хорошо" (уровень 2)

За 56-65 баллов оценка - "Отлично" (уровень 3)

Описание показателей и критериев оценивания компетенций для контрольной работы:

В семестре 1 контрольная работа из 3-х заданий. Каждому заданию соответствует определенное количество баллов - 5.

Максимальное количество баллов за контрольную -15.

Оценка "Не зачтено" выставляется за 8 и менее баллов.

Оценка "Зачтено" выставляется если студент набрал 9-15 баллов.

Описание показателей и критериев оценивания компетенций для письменного опроса:

В письменном опросе 2 вопроса. За каждый вопрос студент получает от 1 до 5 баллов, в зависимости от полноты ответа, наличия доказательств и примеров. Максимальное количество баллов за работу -10.

Оценка "Не зачтено" выставляется за 5 и менее баллов.

Оценка "Зачтено" выставляется если студент набрал 6-10 баллов.

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 7.1. Рекомендуемая литература

#### 7.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Ресурс
Л1.1	Владимиров В. С., Михайлов В. П., Михайлова Т. В., Шабунин М. И.	Сборник задач по уравнениям математической физики: учебное пособие ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=485543">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=485543</a> )	Москва : Физматлит, 2016	ЭБС
Л1.2	Емельянов В. М., Рыбакина Е. А.	Уравнения математической физики. Практикум по решению задач ( <a href="https://e.lanbook.com/book/156410">https://e.lanbook.com/book/156410</a> )	Санкт-Петербург : Лань, 2021	ЭБС
Л1.3	Миносцев В. Б., Берков Н. А., Зубков В. Г.	Дифференциальные уравнения. Уравнения математической физики. Теория оптимизации ( <a href="https://e.lanbook.com/book/211358">https://e.lanbook.com/book/211358</a> )	Санкт-Петербург : Лань, 2022	ЭБС
Л1.4	Карчевский М. М., Павлова М. Ф.	Уравнения математической физики. Дополнительные главы ( <a href="https://e.lanbook.com/book/212288">https://e.lanbook.com/book/212288</a> )	Санкт-Петербург : Лань, 2022	ЭБС



	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Ресурс
Л1.5	Полянин А. Д., Зайцев В. Ф.	Нелинейные уравнения математической физики в 2 ч. Часть 1: учебное пособие для вузов ( <a href="https://urait.ru/bcode/513215">https://urait.ru/bcode/513215</a> )	Москва : Юрайт, 2023	ЭБС
Л1.6	Полянин А. Д., Зайцев В. Ф., Журов А. И.	Нелинейные уравнения математической физики и механики. Методы решения: учебник и практикум для вузов ( <a href="https://urait.ru/bcode/513220">https://urait.ru/bcode/513220</a> )	Москва : Юрайт, 2023	ЭБС
Л1.7	Байков В. А., Жибер А. В.	Уравнения математической физики: учебник и практикум для вузов ( <a href="https://urait.ru/bcode/513681">https://urait.ru/bcode/513681</a> )	Москва : Юрайт, 2023	ЭБС
Л1.8	Жибер А. В., Муртазина Р. Д., Хабибуллин И. Т., Шабат А. Б.	Уравнения математической физики. Нелинейные интегрируемые уравнения: учебное пособие для вузов ( <a href="https://urait.ru/bcode/513721">https://urait.ru/bcode/513721</a> )	Москва : Юрайт, 2023	ЭБС
Л1.9	Полянин А. Д., Зайцев В. Ф.	Нелинейные уравнения математической физики в 2 ч. Часть 2: учебное пособие для вузов ( <a href="https://urait.ru/bcode/514014">https://urait.ru/bcode/514014</a> )	Москва : Юрайт, 2023	ЭБС

#### 7.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Ресурс
Л2.1	Корпусов М. О., Свешников А. Г.	Нелинейный функциональный анализ и математическое моделирование в физике: методы исследования нелинейных операторов: монография ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=467682">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=467682</a> )	Москва : КРАСАНД, 2011	ЭБС
Л2.2	Гельфанд И. М., Шилов Г. Е.	Пространства основных и обобщенных функций: научная литература ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=468172">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=468172</a> )	Москва : Государственное издательство физико- математической литературы, 1958	ЭБС

#### 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	eLIBRARY.RU [Электронный ресурс] : электронная библиотека / Науч. электрон. б-ка – URL: <a href="http://elibrary.ru/defaultx.asp">http://elibrary.ru/defaultx.asp</a>
Э2	Российский фонд фундаментальных исследований (РФФИ) - официальный сайт <a href="http://www.rfbr.ru/rffi/ru">http://www.rfbr.ru/rffi/ru</a>
Э3	Научная электронная библиотека. Монографии, изданные в издательстве Российской Академии Естествознания полнотекстовый ресурс научных и учебных изданий PAE <a href="https://www.monographies.ru/">https://www.monographies.ru/</a>

#### 7.3 Перечень информационных технологий

##### 7.3.1 Программное обеспечение

LMS Moodle

LibreOffice

##### 7.3.2 Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы

1. Web of Science (<https://apps.webofknowledge.com>) Web of Science : мультисциплинарная реферативная база данных / компания Thomson Reuters. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей ЧелГУ. – Текст : электронный.
2. 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.

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Для реализации дисциплины используются учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы.

Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения: проектором, экраном, магнитно-маркерной доской, маркером; с возможностью демонстрации электронных презентаций при уровне освещения, достаточном для работы с конспектом.



Для проведения занятий лекционного типа имеется демонстрационное оборудование: проектор, экран.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

## 9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

При изучении данной дисциплины используются лекционные, практические занятия и самостоятельная работа студента.

На лекционных занятиях преподаватель излагает основное содержание тем программы. Проработку лекционного материала студенту желательно проводить как после каждого занятия, так и по завершению темы. Это позволит связать воедино полученные сведения и составить цельную картину.

На практических занятиях рассматриваются основные методы и приемы решения задач дискретной математики.

Рекомендуется перед каждым практическим занятием выполнить домашнее задание, что позволит лучше усвоить предыдущий материал, и изучить лекционный материал по предстоящей теме. Студенту желательно проявлять активное участие на практических и лекционных занятиях, задавать вопросы, поскольку умение обосновывать свою точку зрения, нахождение компромиссного решения в этически выдержанной дискуссии не только важно для лучшего усвоения материала, но и ценится в реальной жизни.

В случае применения при обучении дисциплины электронного обучения, дистанционных образовательных технологий общение обучающихся и преподавателя осуществляется в режиме реального времени (онлайн-лекции (вебинары), чаты, видео-конференции и др.) или отложенного времени (система дистанционного обучения Moodle, форумы, электронная почта и др.).

Большую часть времени обучающиеся самостоятельно работают с учебно-методическими материалами. Студенты имеют возможность консультироваться с преподавателем по всем вопросам, возникающим в ходе самостоятельной работы посредством электронной почты, мессенджеров, социальных сетей и т.п.

Доступ обучающегося к учебным ресурсам в режиме отложенного времени, самостоятельной работы осуществляется через сеть Интернет в удобном для него месте, времени и темпе.

При обучении инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья электронное обучение, дистанционные образовательные технологии предусматривают возможность приема-передачи информации в доступных для них формах. Реализация дисциплины с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий (далее – ЭО, ДОТ) осуществляется на основании «Положения о реализации основных и дополнительных образовательных программ с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Челябинский государственный университет», «Положения о порядке зачета обучающимися по основным профессиональным образовательным программам высшего образования в ФГБОУ ВО «ЧелГУ» результатов освоения в организациях, осуществляющих образовательную деятельность, учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практик, дополнительных образовательных программ» посредством электронной информационно-образовательной среды ФГБОУ ВО «ЧелГУ». В исключительных случаях (форс-мажор и т.п.) при реализации образовательной деятельности с применением ЭО, ДОТ могут применять компоненты, не входящие в перечень электронной информационно-образовательной среды.

## 10. СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ОБУЧАЮЩИМИСЯ С ИНВАЛИДНОСТЬЮ И ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Освоение дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с использованием специальных технических средств и ассистивных информационных технологий, предоставляемых Ресурсным учебно-методическим центром по обучению инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья ЧелГУ по запросу обучающегося.

1. Мобильные специальные технические средства для лиц с нарушениями зрения: портативный компьютер с вводом/выводом шрифтом Брайля с синтезатором речи «EIBraile-W14J G2»; ноутбуки с программной экранного доступа NVDA; электронные увеличители для удаленного просмотра; видеувеличители портативные; тифлоплеер; цифровые диктофоны.

2. Мобильные специальные технические средства для лиц с нарушениями слуха: система свободного звукового поля со встроенной совместимостью с FM-устройствами; радиоклассы «Сонет-PCM» с передатчиком, заушным индуктором и индукционной петлей; система информационная для слабослышащих переносная «Исток» А2 со встроенным плеером – звуковым информатором; документ-камера; программируемые слуховые аппараты индивидуального пользования.

3. Ассистивные информационные технологии: программное обеспечение экранного доступа с синтезом речи NVDA; программы экранного увеличения; программы речевого синтеза для компьютеров и ноутбуков; программы речевого синтеза для мобильных устройств; экранная клавиатура; экранная лупа.



При необходимости для обучающихся с нарушениями зрения на рабочих местах для проведения практических или лабораторных занятий устанавливается специальное программное обеспечение (программа речевой навигации NVDA, речевые синтезаторы, экранные лупы).

В учебные аудитории обеспечивается беспрепятственный доступ для обучающихся инвалидов и обучающихся с ограниченными возможностями здоровья. В каждой аудитории, где обучаются инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, предусматривается соответствующее количество мест для обучающихся с учетом нарушений их здоровья.

Для освоения дисциплины инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется доступ к печатным источникам, имеющимся в научной библиотеке ЧелГУ, с помощью специальных технических средств; доступ к электронным источникам, представленным в форме электронного документа в фонде научной библиотеки ЧелГУ или электронно-библиотечных системах, с помощью специальных технических и программных средств (рабочее место для незрячего пользователя с программным обеспечением экранного доступа с синтезом речи NVDA, рабочее место с компьютерным роллером и клавиатурой Clevy с большими кнопками и с разделяющей клавиши накладкой).

Учебно-методические материалы для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предоставляются 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 шрифтом 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.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья освоение дисциплины может быть частично или полностью осуществлено с использованием дистанционных образовательных технологий.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине обеспечивается выполнение следующих дополнительных требований в зависимости от индивидуальных особенностей, обучающихся:

- а) доступная форма предоставления инструкции по порядку проведения процедуры оценивания (устно, в письменной форме, в письменной форме шрифтом 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 шрифтом Брайля, с использованием услуг ассистента, устно).

При проведении процедуры оценивания результатов обучения 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. При необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на задания, процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

## Примерный вариант контрольной работы

1. Функцию  $x^3$  разложить в ряд Фурье: по синусам кратных дуг; по косинусам кратных дуг; в интервале между 0 и  $2\pi$ .

2. Функцию  $e^{ax}$  переменной  $x$  разложить в ряд Фурье; написать для нее равенство Ляпунова; найти сумму ряда

$$\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{1}{(n^2 + 1)^2}$$

3. Пусть  $2\pi$ -периодическая функция  $f$  суммируема на отрезке длины  $2\pi$ . Убедитесь, что в таком случае для каждого  $h > 0$  можно определить ее «усреднение»  $S$ , полагая

$$S(x) = \frac{1}{2h} \int_{x-h}^{x+h} f(t) dt.$$

Доказать, что функция  $S$  непрерывна и тоже имеет период  $2\pi$ . По известным коэффициентам Фурье исходной функции найти коэффициенты Фурье ее усреднения.

4. Пусть гладкая на отрезке  $-\pi \leq x \leq \pi$  функция  $f(x)$  принимает равные значения на концах этого отрезка и «в среднем» равна нулю:

$$\int_{-\pi}^{\pi} f(x) dx = 0$$

Используя равенство Ляпунова, доказать неравенство

$$\int_{-\pi}^{\pi} |f(x)|^2 dx \leq \int_{-\pi}^{\pi} |f'(x)|^2 dx.$$

5. Пользуясь интегральным представлением Фурье, показать, что

$$\int_0^{+\infty} \frac{\cos xy + y \sin xy}{1 + y^2} dy = \begin{cases} 0, & \text{если } x < 0, \\ \pi/2, & \text{если } x = 0, \\ \pi e^{-x}, & \text{если } x > 0. \end{cases}$$

6. Пусть  $a > 0$ . Найти преобразование Фурье функции  $\theta(x)e^{-ax}$ , где  $\theta(x)$  означает функцию Хевисайда.

7. Найти преобразование Фурье «прямоугольного» импульса  $p_a$ , если

$$p_a(x) = \begin{cases} 1/2a & \text{при } |x| \leq a, \\ 0 & \text{при } |x| > a. \end{cases}$$

8. Найти преобразование Фурье функции  $x^{-1} \sin ax \sin bx$ .

9. Найти обратное преобразование Фурье для  $f(ay)$ , если

$$\text{а) } f(y) = \frac{\sin y}{y}; \quad \text{б) } f(y) = \frac{\sin^2 y}{y^2}; \quad \text{в) } f(y) = \frac{\sin^2 y}{y}.$$

