

<p>Документ подписан простой электронной подписью  Информация о владельце:  ФИО: Таскаев Сергей Валерьевич  Должность: Ректор  Дата подписания: 02.04.2025 16:01:37  Уникальный программный ключ:  04c19ed8bft98f7b6cb77a486b9a8788b8723723</p>	<p>МИНОВЕРНАУКИ РОССИИ  Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)</p>	<p>стр. 1</p>
---	--	---------------

## Рабочая программа дисциплины (модуля)\*

Теория нормальных форм (научный семинар)

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 2023

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

Челябинск 2023 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 основы теории нормальных форм на современном языке и в достаточно полном объеме.

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

- знакомство с основными методами теории нормальных форм;
- создание целостной картины изучаемого предмета и понимания взаимосвязи между теоретическими результатами данной теории и результатами классической теории обыкновенных дифференциальных уравнений;
- приобретение навыков постановки и решения задач, заложить основы математического мышления, использования математического языка;
- показать возможные приложения полученных знаний в различных областях.

Результаты обучения по дисциплине направлены на достижение индикаторов:

УК-1.1. Выполняет поиск информации, определяет критерии системного анализа поставленных задач

УК-1.2. Использует критический анализ, систематизацию и обобщение информации для решения поставленных задач

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:

К.М.01.ДВ.01.02.02

#### 2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Для усвоения дисциплины обучаемый должен обладать математической подготовкой, предусматривающей владение навыками и понятиями в объеме курса математического анализа для математических специальностей.

Математический анализ

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

Знания по данной дисциплине необходимы при изучении функционального анализа, уравнений в частных производных, качественной теории обыкновенных дифференциальных уравнений, и др., а также могут оказаться полезными в научно-исследовательской работе студентов.

Уравнения с частными производными

Функциональный анализ

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

**УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач**

#### Знать:

Для достижения УК-1.1.: знать критерии системного анализа поставленных задач

#### Уметь:

Для достижения УК-1.2.: уметь выполнять поиск информации, определять критерии системного анализа поставленных задач

#### Владеть:

Для достижения УК-1.2.: владеть навыками использования критического анализа, систематизации и обобщения



информации для решения поставленных задач

**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.: знать способы планирования и организации исследований

**Уметь:**

Для достижения ПК-1.2.: уметь 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

**Владеть:**

Для достижения ПК-1.3.: владеть навыками проведения научных исследований в соответствии с поставленной целью; составления отчетов по теме и по результатам проведенных научно-исследовательских разработок

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

<b>3.1</b>	<b>Знать:</b>
3.1.1	критерии системного анализа поставленных задач;
3.1.2	способы планирования и организации исследований
<b>3.2</b>	<b>Уметь:</b>
3.2.1	выполнять поиск информации, определять критерии системного анализа поставленных задач;
3.2.2	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
<b>3.3</b>	<b>Владеть:</b>
3.3.1	навыками использования критического анализа, систематизации и обобщения информации для решения поставленных задач;
3.3.2	проведения научных исследований в соответствии с поставленной целью; составления отчетов по теме и по результатам проведенных научно-исследовательских разработок

**4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

<b>Общая трудоемкость</b>	<b>2 ЗЕТ</b>
Часов по учебному плану : 72	Виды контроля в семестрах: зачеты 6
в том числе :	
аудиторные занятия : 32	
самостоятельная работа : 36,7	
: контактная работа: 35,3 ИКР: 3,3	

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

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Литература
	<b>Раздел 1. Метод нормальных форм</b>			
1.1	Нормальные формы в классификационных задачах /Лек/	6	4	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3
1.2	Метод нормальных форм /Ср/	6	6	Л1.1 Л1.2Л2.2 Э1 Э2 Э3
	<b>Раздел 2. Нормальные формы векторных полей</b>			
2.1	Нормальные формы векторных полей. Нормальные формы Пуанкаре и Дюлака /Лек/	6	2	Л1.1 Л1.2Л2.2 Э1 Э2 Э3
2.2	Теоремы о сходимости и расходимости нормализующих рядов /Лек/	6	2	Л1.1 Л1.2Л2.2 Э1 Э2 Э3



Рабочая программа дисциплины "Теория нормальных форм (научный семинар)" 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

2.3	Конечно-гладкие нормальные формы. Опрос №1 /Лек/	6	2	Л1.1 Л1.2Л2.2 Э1 Э2 Э3
2.4	Нормальные формы векторных полей /Ср/	6	6	Л1.1 Л1.2Л2.2 Э1 Э2 Э3
<b>Раздел 3. Нормальные формы отображений</b>				
3.1	Нормальные формы отображений. Нормальные формы Пуанкаре и Дюлака /Лек/	6	3	Л1.1 Л1.2Л2.2 Э1 Э2 Э3
3.2	Связь с векторными полями: монодромия и отображение последования Пуанкаре. Опрос №2 /Лек/	6	3	Л1.1 Л1.2Л2.2 Э1 Э2 Э3
3.3	Нормальные формы отображений /Ср/	6	6	Л1.1 Л1.2Л2.2 Э1 Э2 Э3
<b>Раздел 4. Аналитические нормальные формы</b>				
4.1	Аналитические нормальные формы /Лек/	6	4	Л1.1 Л1.2Л2.2 Э1 Э2 Э3
4.2	Функциональные инварианты Мартине-Рамиса и Экаля-Воронина. Опрос №3 /Лек/	6	8	Л1.1 Л1.2Л2.2 Э1 Э2 Э3
4.3	Аналитические нормальные формы /Ср/	6	12	Л1.1 Л1.2Л2.2 Э1 Э2 Э3
<b>Раздел 5. Приложения</b>				
5.1	Приложения методов теории нормальных форм в задачах устойчивости, в теории бифуркаций /Лек/	6	2	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.1 Л2.3 Э1 Э2 Э3
5.2	Нелокальные бифуркации, подкова Смейла. Опрос №4 /Лек/	6	2	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.1 Л2.3 Э1 Э2 Э3
5.3	Приложения /Ср/	6	6,7	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.1 Л2.3 Э1 Э2 Э3
<b>Раздел 6. Иная контактная работа</b>				
6.1	Индивидуальные консультации, текущий контроль /ИКР/	6	3,3	Л1.1 Л1.2 Э1 Э2 Э3

## 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 6.1. Перечень видов оценочных средств

1. Опросы
2. Вопросы к зачету

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

Вопросы к опросам:

1 опрос:

1. Нормальные формы в классификационных задачах. Метод нормальных форм. Примеры.
2. Жорданова нормальная форма матриц.
3. Нормальная форма Пуанкаре (векторные поля).
4. Нормальная форма Дюлака (векторные поля).

2 опрос:

1. Теоремы о сходимости нормализующих рядов (векторные поля).
2. Теоремы о расходимости нормализующих рядов (векторные поля).
3. Конечно-гладкие нормальные формы (векторные поля).
4. Нормальная форма Пуанкаре (отображения)
5. Нормальная форма Дюлака (отображения)

3 опрос:

1. Теоремы о сходимости нормализующих рядов (отображения)
2. Теоремы о расходимости нормализующих рядов (отображения)
3. Конечно-гладкие нормальные формы (отображения)



4. Формальные нормальные формы параболических отображений.
- 4 опрос:
1. Формальные нормальные формы одномерных резонансных отображений.
  2. Вторичная нормализация резонансных векторных полей на плоскости.
  3. Функциональные инварианты в задачах аналитической классификации и методы их построения.
  4. Подкова Смейла и ее свойства.

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

Билеты к зачету:

Билет №1

1. Нормальные формы в классификационных задачах. Метод нормальных форм. Примеры.
2. Теоремы о сходимости нормализующих рядов (векторные поля).
3. Конечно-гладкие нормальные формы (отображения).
4. Найти  $A_{100}$  для заданной матрицы  $A$ .
5. Исследовать на устойчивость заданную особую точку типа «центр по линейным членам».

Билет №2

1. Жорданова нормальная форма матриц.
2. Теоремы о расходимости нормализующих рядов (векторные поля).
3. Формальные нормальные формы параболических отображений.
4. Найти формальную нормальную форму заданного векторного поля. Будет ли она аналитической?
5. Исследовать бифуркацию особой точки типа «центр по линейным членам» в данном однопараметрическом семействе.

Билет №3

1. Нормальная форма Пуанкаре (векторные поля).
2. Конечно-гладкие нормальные формы (векторные поля).
3. Вторичная нормализация резонансных векторных полей на плоскости.
4. Найти формальную нормальную форму заданного векторного поля. Будет ли она гладкой?
5. Найти все циклы для конкретной модели подковы Смейла.

Билет №4

1. Нормальная форма Дюлака (отображения).
2. Теоремы о сходимости нормализующих рядов (отображения).
3. Функциональные инварианты в задачах аналитической классификации и методы их построения.
4. Найти формальную нормальную форму заданного векторного поля. Будет ли она конечно-гладкой?
5. Найти  $\exp(A)$  для заданной матрицы  $A$ .

Билет №5

1. Нормальная форма Пуанкаре (отображения).
2. Теоремы о расходимости нормализующих рядов (отображения).
3. Подкова Смейла и ее свойства.
4. Найти формальную нормальную форму заданного отображения. Будет ли она конечно-гладкой?
5. Найти гомоклинические траектории для конкретной модели подковы Смейла.

Билет №6

1. Нормальная форма Дюлака (векторные поля).
2. Формальные нормальные формы одномерных резонансных отображений.
3. Формальные нормальные формы параболических отображений.
4. Найти формальную нормальную форму заданного отображения. Будет ли она аналитической?
5. Найти гетероклинические траектории для конкретной модели подковы Смейла.

### 6.4. Критерии оценивания

Балльно-рейтинговая система оценки знаний студента по дисциплине выстраивается на основе балловой оценки различных форм деятельности студентов. Зачет выставляется за 60 баллов. Если студент набрал 60 баллов в течение семестра, зачет выставляется автоматом. В противном случае студент сдает зачет. Полученные на зачете баллы суммируются с баллами, полученными в семестре.

Продолжительность зачета – 90 минут. В билете 5 заданий: 3 теоретических и 2 практических. За каждое выполненное задание итоговой контрольной студент может получить от 1 до 2 баллов. Если задание выполнено



Рабочая программа дисциплины "Теория нормальных форм (научный семинар)" 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

правильно, то оно оценивается максимальным баллом. Если задание выполнено с ошибками, то баллы снижаются в зависимости от количества допущенных ошибок. Максимальное количество баллов за зачет – 10.

При подведении итогов учитываются результаты текущей аттестации. Полученные за текущую аттестацию баллы суммируются с баллами, полученными за каждый этап при прохождении промежуточной аттестации:

Оценка "Не зачтено" выставляется за 59 и менее баллов.

Оценка "Зачтено" выставляется если студент набрал 60 баллов и более.

60-75 баллов Зачтено (уровень 1);

76-89 баллов Зачтено (уровень 2);

90-100 баллов Зачтено (уровень 3).

Описание показателей и критериев оценивания компетенций для опроса:

Всего в семестре 4 опроса. Первые два и четвертый оцениваются максимум в 20 баллов: студент получает два вопроса, каждый из которых оценивается по шкале от 1 до 10 баллов, в зависимости от полноты ответа, наличия доказательств теорем и лемм, приведенных примеров. Третий опрос оценивается в 30 баллов и включает по три вопроса каждому студенту (оцениваются аналогично).

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

### 7.1. Рекомендуемая литература

#### 7.1.1. Основная литература

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Ресурс
Л1.1	Северцев Н. А.	Динамические системы: безопасность и отказоустойчивость: учебное пособие для вузов ( <a href="https://urait.ru/bcode/515633">https://urait.ru/bcode/515633</a> )	Москва : Юрайт, 2023	ЭБС
Л1.2	Лан В.	Дифференцируемые динамические системы: введение в структурную устойчивость и гиперболичность: учебник ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=699580">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=699580</a> )	Москва : Издательский дом Высшей школы экономики, 2022	ЭБС

#### 7.1.2. Дополнительная литература

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Ресурс
Л2.1	Моршнева И. В.	Бифуркация рождения цикла в динамических системах с симметрией и ее приложения в гидродинамике: монография ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=241136">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=241136</a> )	Ростов-на-Дону : Южный федеральный университет, 2010	ЭБС
Л2.2	Борухов В. Т., Гайшун И. В., Тимошпольский В. И.	Структурные свойства динамических систем и обратные задачи математической физики: научная литература ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=86675">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=86675</a> )	Минск : Белорусская наука, 2009	ЭБС
Л2.3	Куракин Л.Г., Юдович В.И.	Устойчивость и бифуркации в системах с косимметрией: монография ( <a href="https://znanium.com/catalog/document?id=145938">https://znanium.com/catalog/document?id=145938</a> )	Ростов-на-Дону : Издательство Южного федерального университета (ЮФУ), 2009	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 РАЕ <a href="https://www.monographies.ru/">https://www.monographies.ru/</a>

### 7.3 Перечень информационных технологий

#### 7.3.1 Программное обеспечение

MS Office365



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

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

стр. 8

LMS Moodle

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

1. 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.

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, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы.

Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения: доска, парты, мультимедийное и аудиооборудование.

Для проведения занятий лекционного типа предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий: цифровые образовательные ресурсы (мультимедийные презентации по некоторым темам лекций), различные формы наглядности (рисунки, таблицы, схемы и т.д). Для проведения занятий лекционного типа используется переносное и / или стационарное мультимедийное оборудование (экран, ноутбук, проектор, колонки) в аудиториях 1-го и лекционного корпусов ЧелГУ.

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 занятия и самостоятельная работа студента. На лекциях излагается основное содержание тем программы, рассматриваются основные сведения и подходы к решению конкретных вычислительных задач.

Для наиболее эффективного изучения дисциплины обучающемуся рекомендуется:

- посещать лекционные занятия, на которых рассматриваются основные методы и приёмы решения задач.

Рекомендуется перед каждым таким занятием выполнить домашнее задание, что позволит лучше усвоить предыдущий материал, и изучить лекционный материал по предстоящей теме;

- самостоятельно прорабатывать материал как после каждого занятия, так и по завершению темы, что позволяет связать воедино полученные сведения и составить цельную картину.

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, 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 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 голо 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 «EiBraille-W14J G2»; ноутбуки с программной экранного доступа NVDA; электронные увеличители для удаленного просмотра; видеоувеличители 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 (Moodle, Adobe Connect Pro и пр.).

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья используется индивидуальная работа. Под индивидуальной работой подразумевается две формы взаимодействия с преподавателем: индивидуальная учебная работа (консультации), т.е. дополнительное разъяснение учебного материала и углубленное изучение материала с теми обучающимися, которые в этом заинтересованы, и индивидуальная воспитательная работа. Индивидуальные консультации направлены на индивидуализацию обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или обучающимся с ограниченными возможностями здоровья.

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) инструкция по порядку проведения процедуры оценивания предоставляется в доступной форме (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.

Примерные варианты контрольных работ  
Контрольная работа №1

**Вариант 1.**

1. В ходе этнографической экспедиции по двум этнокультурным группам (районам) Архангельской области были выявлены наиболее часто встречающиеся узоры русской вышивки: конь и крылатая птица. На основе частоты появления этих образов орнамента в обследуемых этнокультурных группах была составлена следующая таблица:

Район	конь	крылатая птица
Онежский	7	40
Плисецкий	11	17

По имеющимся данным построить таблицу сопряженности и по ней 1) оценить тесноту связи между признаками; 2) при уровне значимости  $\alpha = 0.05$  проверить нулевую гипотезу о независимости исследуемых признаков: вид орнамента и принадлежность его к определенной группе. (4 балла)

2. В ходе медицинского обследования стояла задача проверить аллергенность нового препарата. Из 100 пациентов с одним и тем же заболеванием часть принимала старый общеизвестный препарат X, а часть принимала новый препарат Y. Из принимавших старый препарат: у 48 человек была нормальная реакция, а у 4 человек обнаружена аллергия. Среди тех, кто принимал новый препарат: у 42 зафиксирована нормальная реакция, а у 6 человек аллергия. Проверить гипотезу о равенстве вероятностей возникновения аллергии при применении препаратов X и Y, когда уровень значимости равен 0,02. останется ли принятое решение о проверке данных гипотез справедливым, если при тех же значения частостей число пациентов возрастет в 10 раз?(4 балла)

3. На заводе изготовлен новый игровой автомат, который должен обеспечить появление выигрыша в одном случае из 100 бросаний монеты. Для проверки годности автомата произведено 400 испытаний, где выигрыш появился 5 раз. Оценить вероятность появления выигрыша. Построить приближенные доверительные границы для этой вероятности при  $\gamma = 0.9973$ , используя: преобразование арксинуса. Как изменится доверительный интервал, если при той же частоте появления выигрыша число наблюдений возрастет в 20 раз?(3 балла)

4. Результаты наблюдений над величинами X и Y приведены в следующей таблице:

X	1	2	-1	3
Y	2	3	1	4

Предполагая, что между X и Y имеется зависимость вида  $Y = aX + b$  найти неизвестные коэффициенты a и b по методу наименьших квадратов. Вычислить U при  $X_5 = 1.5; X_6 = 4$ .(4 балла)

## Примерные варианты типовых расчетов

### *Типовой расчет*

1. Выбрать объект с двумя случайными параметрами  $X$  и  $Y$ , собрать выборку объёма  $n = 100$ . Результат оформить в виде таблицы.
2. Составить две отдельные выборки для  $X$  и  $Y$ .
3. Составить вариационные ряды для  $X$  и  $Y$ .
4. Составить группированные выборки для  $X$  и  $Y$  с числом интервалов  $k = 8 - 10$ .
5. По полученным группированным выборкам построить гистограммы и полигон. Выбрать типы распределения  $X$  и  $Y$ . Использовать при этом только типы распределений из приложения 1.
6. Вычислить точечные оценки  $m_x^*$ ,  $m_y^*$ ,  $m_x^\#$ ,  $m_y^\#$ ,  $\sigma_x^*$ ,  $\sigma_y^*$ ,  $\sigma_x^\#$ ,  $\sigma_y^\#$ .
7. Найти **95% и 99%** доверительные интервалы для  $m_x$  и  $m_y$ .
8. Определить параметры теоретического закона распределения для  $X$  и  $Y$ , используя метод моментов (кроме случая равномерного распределения).
9. Построить отдельно для  $X$  и  $Y$  на одном графике гистограмму, полигон и теоретическую плотность распределения вероятностей. Графики построить очень аккуратно!
10. С уровнем значимости  $\beta = 0,01$  проверить гипотезы о выбранных теоретических распределениях, используя критерий  $\chi^2$ . Если все типы распределений из приложения 1 не будут приняты, то какие-либо другие распределения проверять не надо.

**02.03.01 Математика и компьютерные науки, направленность (профиль)  
Топологические и аналитические методы исследования математических моделей,  
РПД “Теория нормальных форм (научный семинар)”, 2023 год набора, очная  
форма обучения.**

Проректор по учебной работе      утверждено 24.04.2023      В.Е. Федоров

Ученым советом математического факультета

Протокол заседания № 8 от 13.04.2023

Председатель Ученого совета  
математического факультета      согласовано      Е.А. Сбродова

**Заседанием кафедры математического анализа**

Протокол заседания № 9 от 07.04.2023

Заведующий кафедрой      согласовано      А.Ф. Шуклина

Автор (составитель)      С.М. Воронин

**Структура рабочей программы соответствует приказу ректора ФГБОУ ВО  
«ЧелГУ» от «13» апреля 2021 г. № 247-1**