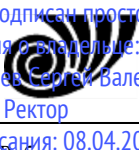


Документ подписан простой электронной информацией владельца: ФИО: Таскаев Сергей Валерьевич Должность: Ректор Дата подписания: 08.04.2026 15:40:42 Уникальный программный ключ: 04c19ed8bfb98f3b6cb77a486b9a8788b8727273	 МИНОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)	Рабочая программа дисциплины "Динамические системы" по направлению подготовки (специальности) 02.03.01 «Математика и компьютерные науки» направленности (профилю) Математические и компьютерные методы в фундаментальных и прикладных исследованиях ФГБОУ ВО «ЧелГУ»	стр. 1
---	---	--	--------

## Рабочая программа дисциплины (модуля)\*

### Динамические системы

Направление подготовки (специальность)

02.03.01 Математика и компьютерные науки

Направленность (профиль)

Математические и компьютерные методы в фундаментальных и прикладных исследованиях

Присваиваемая квалификация (степень)

бакалавр

Форма обучения

очная

Год(ы) набора 2026

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

Челябинск 2026 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 «Динамические системы» состоит в приобретении знаний и умений в соответствии с государственным образовательным стандартом, содействует фундаментализации образования, формированию мировоззрения и развитию системного мышления.

Задачей освоения дисциплины является:

- ознакомить студентов с основными понятиями и методами динамических систем

Результаты обучения по дисциплине направлены на достижение индикаторов:

УК-4.1. Имеет представление о правилах и принципах деловой устной и письменной коммуникации на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах).

УК-4.2. Демонстрирует умение осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах, использовать методы и навыки делового общения.

УК-4.3. Имеет навыки делового общения на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах).

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.03.ДВ.01.02.03

#### 2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Для усвоения дисциплины требуется знание математики в объеме школьной программы, некоторые понятия из алгебры, анализа и дифференциальных уравнений, а также

Теория сложности геометрических объектов (научный семинар)

Математическое моделирование

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

Данная дисциплина может быть полезна при изучении дополнительных глав уравнений с частными производными.

Дополнительные главы уравнений с частными производными

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

**УК-4: Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах)**

#### Знать:

правила и принципы деловой устной и письменной коммуникации на государственном языке Российской Федерации.

#### Уметь:

осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах, использовать методы и навыки делового общения.

#### Владеть:

навыками делового общения на государственном языке Российской Федерации.

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

#### Знать:

основные методы проведения научно-исследовательских разработок.



**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:**

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	правила и принципы деловой устной и письменной коммуникации на государственном языке Российской Федерации;
3.1.2	основные методы проведения научно-исследовательских разработок.
<b>3.2</b>	<b>Уметь:</b>
3.2.1	осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах, использовать методы и навыки делового общения;
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 делового общения на государственном языке Российской Федерации;
3.3.2	навыками 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>5 ЗЕТ</b>
Часов по учебному плану : 180	Виды контроля в семестрах: экзамены 7
в том числе :	
аудиторные занятия : 50	
самостоятельная работа : 99,7	
часов на контроль : 27	
контактная работа: 53,3	
ИКР: 3,3	

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

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Литература
	<b>Раздел 1. Понятие нормальных форм</b>			
1.1	Понятие динамической системы /Лек/	7	2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3
1.2	Потоки и каскады. Дискретизация потоков и задача о включении каскада в поток /Лек/	7	2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3
1.3	Порождающее поле потока. Примеры /Лек/	7	2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3
1.4	Структурная устойчивость /Лек/	7	2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3
1.5	Понятие нормальных форм /Ср/	7	20	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3



1.6	Понятие динамической системы. Потoki и каскады. Дискретизация потоков и задача о включении каскада в поток. Порождающее поле потока. Топологическая эквивалентность динамических систем. Структурная устойчивость /Пр/	7	4	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3
<b>Раздел 2. Диффеоморфизмы окружности</b>				
2.1	Диффеоморфизмы окружности /Лек/	7	2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3
2.2	Число вращения /Лек/	7	2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3
2.3	Теорема Данжуа /Лек/	7	2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3
2.4	Диффеоморфизмы окружности /Ср/	7	29	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3
2.5	Диффеоморфизмы окружности. Число вращения. Структурная устойчивость диффеоморфизмов с рациональным числом вращения. Теорема Данжуа и контрпримеры к ней /Пр/	7	2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3
<b>Раздел 3. Автоморфизмы тора. Диффеоморфизмы Аносова</b>				
3.1	Потоки на торе /Лек/	7	2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3
3.2	Иррациональные обмотки тора. Эргодические свойства потоков /Лек/	7	2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3
3.3	Структурно устойчивые потоки на сфере /Лек/	7	2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3
3.4	Системы Морса-Смейла /Лек/	7	2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3
3.5	Диффеоморфизмы Аносова /Лек/	7	2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3
3.6	Преобразование пекаря. Подкова Смейла /Лек/	7	2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3
3.7	Автоморфизмы тора. Диффеоморфизмы Аносова /Ср/	7	25,9	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3
3.8	Потоки на торе. Отображение последования. Иррациональные обмотки тора. Эргодические свойства потоков. Структурно устойчивые потоки на сфере. Системы Морса-Смейла. Диффеоморфизмы Аносова и их структурная устойчивость. Преобразование пекаря. Подкова Смейла /Пр/	7	6	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3
<b>Раздел 4. Структурная устойчивость. Теоремы о жесткости</b>				
4.1	Введение в гиперболическую теорию /Лек/	7	2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3
4.2	Подкова Смейла /Лек/	7	2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3



Рабочая программа дисциплины "Динамические системы" по направлению подготовки (специальности) 02.03.01 "Математика и компьютерные науки" направленности (профилю) Математические и компьютерные методы в фундаментальных и прикладных исследованиях ФГБОУ ВО «ЧелГУ»				стр. 6
4.3	Аттракторы /Лек/	7	2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3
4.4	Контрольная работа /Лек/	7	2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3
4.5	Структурная устойчивость. Теоремы о жесткости /Ср/	7	24,8	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3
4.6	Введение в гиперболическую теорию. Подкова Смейла в теории нелокальных бифуркаций. Подкова Смейла в системе Лоренца. Аттракторы и их общие свойства. Странные аттракторы /Пр/	7	4	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3
<b>Раздел 5. Иная контактная работа</b>				
5.1	Индивидуальные консультации, текущий контроль. /ИКР/	7	3,3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3

## 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 6.1. Перечень видов оценочных средств

1. Семестровая работа (типовой расчет)
2. Контрольная работа
3. Вопросы к экзамену

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

Типовые контрольные задания включают в себя типовой расчет (семестровую работу) и контрольные работы по темам: "Диффеоморфизмы окружности", "Автоморфизмы тора. Диффеоморфизмы Аносова", "Структурная устойчивость. Теоремы о жесткости".

Пример типового расчета и контрольной работы прилагаются.

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

Перечень вопросов к экзамену

1. Понятие динамической системы.
2. Потoki и каскады.
3. Дискретизация потоков и задача о включении каскада в поток.
4. Порождающее поле потока.
5. Топологическая эквивалентность динамических систем.
6. Структурная устойчивость
7. Диффеоморфизмы окружности.
8. Число вращения.
9. Структурная устойчивость диффеоморфизмов с рациональным числом вращения.
10. Теорема Данжуа и контрпримеры к ней
11. Потoki на торе.
12. Отображение последования.
13. Иррациональные обмотки тора.
14. Эргодические свойства потоков.
15. Структурно устойчивые потоки на сфере.
16. Системы Морса-Смейла.
17. Диффеоморфизмы Аносова и их структурная устойчивость.
18. Преобразование пекаря.
19. Подкова Смейла.
20. Введение в гиперболическую теорию.
21. Подкова Смейла в теории нелокальных бифуркаций.
22. Подкова Смейла в системе Лоренца.
23. Аттракторы и их общие свойства.
24. Странные аттракторы.

### 6.4. Критерии оценивания

Балльно-рейтинговая система оценки знаний студента по дисциплине выстраивается на основе балловой оценки различных форм деятельности студентов. Для оценки экзамена суммируются баллы семестра и экзамена.



Продолжительность экзамена – 60 минут. В билете два теоретических вопроса. За каждое выполненное задание билета студент может получить от 1 до 10 баллов. Если задание выполнено правильно, то оно оценивается 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 59 и менее баллов.

За 60-75 баллов оценка - "Удовлетворительно" (уровень 1)

За 76-89 баллов оценка - "Хорошо" (уровень 2)

За 90-100 баллов оценка - "Отлично" (уровень 3)

Описание показателей и критериев оценивания компетенций для контрольной работы:

В семестре 1 контрольная работа. В контрольной работе 2 задания, каждому соответствует определенное количество баллов. Максимальное количество баллов за контрольную -20.

Оценка "Не зачтено" выставляется за 11 и менее баллов.

Оценка "Зачтено" выставляется если студент набрал 12-20 баллов.

Описание показателей и критериев оценивания компетенций для типового расчета (семестровая работа):

В семестровой работе 2 задания, в каждом из которых 7 пунктов, каждому соответствует определенное количество баллов. Максимальное количество баллов за семестровую -50.

Оценка "Не зачтено" выставляется за 39 и менее баллов.

Оценка "Зачтено" выставляется если студент набрал 40-50 баллов.

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

### 7.1. Рекомендуемая литература

#### 7.1.1. Основная литература

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Ресурс
Л1.1	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
Л1.2	Егоров А. И.	Обновленный курс обыкновенных дифференциальных уравнений: учебное пособие для вузов ( <a href="https://e.lanbook.com/book/359828">https://e.lanbook.com/book/359828</a> )	Санкт-Петербург : Лань, 2024	ЭБС

#### 7.1.2. Дополнительная литература

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Ресурс
Л2.1	Черепанов О. И., Черепанов Р. О., Крекулева Р. А.	Идентификация и диагностика систем: учебное пособие ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=480754">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=480754</a> )	Томск : ТУСУР, 2016	ЭБС
Л2.2	Коробова Л. А., Сафонова Ю. А.	Теория динамических систем (теория и практика): учебное пособие ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=482071">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=482071</a> )	Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2017	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



LMS Moodle

Adobe Reader

OpenOffice

### 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, 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 информационных технологий, предоставляемых Ресурсным учебно-методическим центром по обучению инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья ЧелГУ по запросу обучающегося (мобильные специальные технические средства для лиц с нарушениями зрения и с нарушением слуха, ассистивные информационные технологии).

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

В учебные аудитории обеспечивается беспрепятственный доступ для обучающихся с инвалидностью и 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 с помощью специальных технических и программных средств к электронным источникам, представленным в форме электронного документа в фонде научной библиотеки ЧелГУ или электронно-библиотечных системах.

Учебно-методические материалы для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и особенностям восприятия информации.

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

При проведении промежуточной аттестации по дисциплине обучающимся с инвалидностью и с ограниченными возможностями здоровья обеспечивается по их заявлению предоставление в доступной форме в зависимости от их индивидуальных особенностей инструкции о порядке проведения промежуточной аттестации, оценочных средств и возможности 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 предоставленных ЧелГУ или собственных технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями. 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.

## Примерный вариант контрольной работы

1. Найти число вращения:

a.  $\varphi \mapsto \varphi + \alpha$

b.  $\varphi \mapsto \varphi + \alpha \sin \varphi$  (10 баллов)

2. Найти неподвижные точки, и определить их характер:

a.  $x \mapsto \frac{x}{1-x}$

b.  $x \mapsto \frac{2x}{1-x}$  (10 баллов)

## Примерный вариант типового расчета

Задача №1. Методом пограничного слоя построить асимптотики решений следующих задач ( $\varepsilon \ll 1$ )

1)  $5\varepsilon^2 \frac{d^2u}{dx^2} + \varepsilon \frac{du}{dx} - 4u = 2x; \quad u(-1) = 1; \quad u(2) = 1; \quad \varepsilon \ll 1$

2)  $\varepsilon^2 \frac{d^2u}{dx^2} - 2x\varepsilon \frac{du}{dx} - u = x^2; \quad u(0) = 1; \quad u(1) = 2; \quad \varepsilon \ll 1$

3)  $-2\varepsilon^2 \frac{d^2u}{dx^2} + \varepsilon \frac{du}{dx} + \cos x u = \sin x; \quad u(-1) = -1; \quad u(1) = 1; \quad \varepsilon \ll 1$

4)  $6\varepsilon^2 \frac{d^2u}{dx^2} - 2 \sin x \varepsilon \frac{du}{dx} - xu = x^3; \quad u(0) = 1; \quad u(1) = 2; \quad \varepsilon \ll 1$

5)  $5\varepsilon^2 \frac{d^2u}{dx^2} + x^4 \varepsilon \frac{du}{dx} - 4x^2u = \operatorname{tg} x; \quad u(0) = 0; \quad u(1) = 1; \quad \varepsilon \ll 1$

6)  $\varepsilon^2 \frac{d^2u}{dx^2} - 2x \cos x \varepsilon \frac{du}{dx} - u = x^2; \quad u(0) = 1; \quad u(1) = 2; \quad \varepsilon \ll 1$

7)  $-2\varepsilon^2 \frac{d^2u}{dx^2} + \varepsilon x^2 \sin x \frac{du}{dx} + \cos x u = \sin x; \quad u(0) = -1; \quad u(1) = 1; \quad \varepsilon \ll 1$

Задача №2. Выяснить при каких значениях параметра  $k$  возможно построение методом пограничного слоя асимптотик решений следующих задач ( $\varepsilon \ll 1$ )

1)  $5\varepsilon^2 \frac{d^2u}{dx^2} + \varepsilon \frac{du}{dx} - ku = 2x; \quad u(-1) = 1; \quad u(2) = 1; \quad \varepsilon \ll 1$

2)  $\varepsilon^2 \frac{d^2u}{dx^2} - kx\varepsilon \frac{du}{dx} - u = x^2; \quad u(0) = 1; \quad u(1) = 2; \quad \varepsilon \ll 1$

$$3) -2\varepsilon^2 \frac{d^2 u}{dx^2} + \varepsilon \frac{du}{dx} + k \cos x u = \sin x; \quad u(-1) = -1; \quad u(1) = 1; \quad \varepsilon \ll 1$$

$$4) 6\varepsilon^2 \frac{d^2 u}{dx^2} - k \sin x \varepsilon \frac{du}{dx} - xu = x^3; \quad u(0) = 1; \quad u(1) = 2; \quad \varepsilon \ll 1$$

$$5) 5\varepsilon^2 \frac{d^2 u}{dx^2} + x^4 \varepsilon \frac{du}{dx} - kx^2 u = \operatorname{tg} x; \quad u(0) = 0; \quad u(1) = 1; \quad \varepsilon \ll 1$$

$$6) \varepsilon^2 \frac{d^2 u}{dx^2} - kx \cos x \varepsilon \frac{du}{dx} - u = x^2; \quad u(0) = 1; \quad u(1) = 2; \quad \varepsilon \ll 1$$

$$7) -2\varepsilon^2 \frac{d^2 u}{dx^2} + \varepsilon x^2 \sin x \frac{du}{dx} + k \cos x u = \sin x; \quad u(0) = -1; \quad u(1) = 1; \quad \varepsilon \ll 1$$

