

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«КАРАЧАЕВО-ЧЕРКЕССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ У.Д. АЛИЕВА»

Физико-математический факультет



**Рабочая программа дисциплины**  
**Цифровые модели и численные методы решения обратных задач**  
(наименование дисциплины (модуля))

Направление подготовки:

**01.04.02 Прикладная математика и информатика**  
(шифр, название направления)

Направленность (профиль) программы:

**Математическое и компьютерное моделирование  
в экономике и управлении**

Квалификация выпускника  
**магистр**

Форма обучения  
**Очная**

**Год начала подготовки - 2023**  
(по учебному плану)

Карачаевск, 2023

Составитель: *канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры математического анализа Лайпанова З.М.*

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 10 января 2018 г. № 13, (с изменениями и дополнениями). Редакция с изменениями № 1456 от 26.11.2020, с изменениями и дополнениями от 26 ноября 2020 г., 8 февраля 2021 г., образовательной программой высшего образования по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика; направленность (профиль) программы: «Математическое и компьютерное моделирование в экономике и управлении», локальными актами КЧГУ.

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры математического анализа на 2023-2024 уч. год.

Протокол № 10 от 30.06. 2023 г.

Заведующий кафедрой, канд. физ.-мат. наук, доцент



Лайпанова З.М.

## Содержание

1. Наименование дисциплины.....	4
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.....	4
3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы .....	5
Процесс изучения дисциплины «Цифровые модели и численные методы решения обратных задач» направлен на формирование следующих компетенций обучающегося: ....5	
4. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся.....	6
5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий	7
6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю).....	9
7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) .....	10
7.1. Описание шкал оценивания степени сформированности компетенций .....	10
7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы .....	12
7.2.1. Типовые темы к письменным работам, докладам и выступлениям:	
7.2.2. Примерные вопросы к итоговой аттестации (зачет) .....	14
7.2.3. Тестовые задания для проверки знаний студентов.....	15
7.2.4. Балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся .....	16
8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля) .....	17
8.1. Основная литература: .....	17
8.2. Дополнительная литература: .....	17
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля) .....	18
10. Требования к условиям реализации рабочей программы дисциплины (модуля).....	19
10.1. Общесистемные требования .....	19
10.2. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины.....	20
10.3. Необходимый комплект лицензионного программного обеспечения .....	21
10.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы .....	21
11. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья .....	22
12. Лист регистрации изменений .....	23

## **1. Наименование дисциплины: «Цифровые модели и численные методы решения обратных задач»**

### **Цели изучения дисциплины:**

— теоретическое и практическое освоение обучающимися основных ее тем и разделов, необходимых для понимания ее роли в профессиональной деятельности;

— способности к восприятию, обобщению, применению методов решения обратных задач и составления; освоения основных методов данной дисциплины, применяемых в решении профессиональных задач и научно-исследовательской деятельности; формирование знаний, умений и навыков построения цифровых моделей;

— принятия решений о спецификации и идентификации указанных моделей, выбора метода оценки параметров цифровых моделей, интерпретации результатов и получения прогнозных оценок.

### **Для достижения цели ставятся задачи:**

— сформировать представление об истории возникновения необходимости решения обратных задач;

— овладеть теоретическими и практическими знаниями в области цифрового моделирования;

— изучить количественные и качественные характеристики поставленных задач с помощью численных методов решения обратных задач;

— обучить методологии и методике построения и применения цифровых моделей экономических объектов;

— научить прогнозированию недоступных для наблюдения количественных характеристик объекта по его известным количественным характеристикам;

— научить теории и практике анализа обратных задач, необходимых для принятия обоснованных математических решений.

## **2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Цифровые модели и численные методы решения обратных задач» (ФТД.02) относится к части факультативных дисциплин ФТД.

<b>МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО</b>	
<b>Индекс</b>	<b>ФТД.02</b>
<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
Для успешного освоения дисциплины обучающийся должен иметь базовую подготовку в объеме программы бакалавриата, знать основы таких дисциплин как «Математический анализ», «Линейная алгебра», «Теория вероятностей», «Математическая статистика», «Программирование», «Микро и макро экономика», «Статистика», «Эконометрика».	
<b>Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
Факультативная дисциплина «Цифровые модели и численные методы решения обратных задач» относится к части факультативных дисциплин.	

### 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины «Цифровые модели и численные методы решения обратных задач» направлен на формирование следующих компетенций обучающегося:

Код компетенций	Содержание компетенции в соответствии с ФГОС ВО/ ПООП/ ОП ВО	Индикаторы достижения компетенций	Декомпозиция компетенций (результаты обучения) в соответствии с установленными индикаторами
<b>ОПК-3:</b>	Способен разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности	<p><b>ОПК.М-3.1.</b> Обладает фундаментальными знаниями и практическим опытом в разработке и решении актуальных и значимых проблем прикладной математики и информатики</p> <p><b>ОПК.М-3.2.</b> Умеет разрабатывать и строить математические модели и проводить их исследование методами прикладной математики и информатики</p> <p><b>ОПК.М-3.3.</b> Имеет навыки разработки и совершенствования математических моделей актуальных и значимых проблем прикладной математики и информатики</p>	<p><b>Знать:</b> - области применения цифровых моделей и решения обратных некорректных задач</p> <p><b>Уметь:</b> - формализовать прикладную задачу как цифровую модель</p> <p><b>Владеть:</b> - навыками решения теоретических и прикладных задач</p>
<b>ПК-1:</b>	Способность демонстрировать фундаментальные знания математических и прикладных наук	<p><b>ПК.М-1.1.</b> Способен к демонстрации фундаментальных знаний в области прикладной математики и информатики</p> <p><b>ПК.М-1.2.</b> Умеет строить математические модели и исследовать их аналитическими и численными методами.</p> <p><b>ПК.М-1.3.</b> Способен к созданию, анализу и реализации математических и</p>	<p><b>Знать:</b> - процессы сбора и обработки эмпирических данных применительно к решению прикладной задачи; - задачи экономико-математического содержания, для которых применяются основные математические пакеты прикладных программ</p> <p>методов анализа цифровых моделей решения обратных задач; - анализировать цифровые модели, применяемые для</p>

		компьютерных моделей	<p>решаемых научных проблем и задач;</p> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- на основе описания экономических процессов и явлений, строить цифровые модели;</li> <li>- на основе описания прикладных задач анализировать методы численного решения обратных задач;</li> <li>- прогнозировать на основе стандартных моделей поведение цифровых моделей;</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками изложения естественно-научных дисциплин</li> <li>- навыками и методами анализа временных рядов и интерпретации полученных результатов.</li> </ul>
--	--	----------------------	--

**4. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость (объем) дисциплины (модуля) составляет 2 ЗЕТ, 72 академических часа.

Объём дисциплины	Всего часов	
	для очной формы обучения	для заочной формы обучения
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>72</b>	
<b>Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) *</b>	<b>36</b>	
<b>Аудиторная работа (всего):</b>	36	
в том числе:		
лекции	18	
семинары, практические занятия	18	
практикумы	Не предусмотрено	
лабораторные работы	Не предусмотрено	
контроль	Не предусмотрено	
<b>Внеаудиторная работа:</b>	-	
консультация перед зачетом	-	

Внеаудиторная работа также включает индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, групповые, индивидуальные консультации и иные виды учебной деятельности, предусматривающие групповую или индивидуальную работу обучающихся с преподавателем), творческую работу (эссе), рефераты, контрольные работы и др.		
<b>Самостоятельная работа обучающихся (всего)</b>	<b>36</b>	
<b>Вид промежуточной аттестации обучающегося (зачет / экзамен)</b>	<b>зачет</b>	

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

**ДЛЯ ОЧНОЙ ФОРМЫ**

№ п/п	Раздел, тема дисциплины	Общая трудоемкость (в часах)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)						
			Всего	Аудиторные учебные занятия			Сам. раб.	Планируемые результаты обучения	Формы текущего контроля
				Лек.	Практ.	Лаб.			
	<b>Раздел 1. Основные понятия прямых и обратных задач, цифровое моделирование</b>	<b>34</b>	<b>8</b>	<b>6</b>		<b>20</b>			
1.	Классификация обратных задач математической физики. /Лек/ Занятие проводится в интерактивной форме (круглый стол)		2				ОПК-3, ПК-1	Устный опрос	
2.	Коэффициентные обратные задачи. /Лк/		2				ОПК-3, ПК-1	Фронтальный опрос	
3.	Граничные обратные задачи /Лек/		2				ОПК-3, ПК-1	Устный опрос	
4.	Эволюционные обратные задачи. /Ср/					4	ОПК-3, ПК-1	Реферат	
5.	Корректность математических задач. /Пр/			2			ОПК-3, ПК-1	Типовые расчеты	
6.	Основы компьютерного		2				ОПК-3, ПК-1	Устный	

	моделирования /Лек/							опрос
7.	Трехмерное моделирование в среде Autodesk AutoCAD. /Ср/					4	ОПК-3, ПК-1	Доклад с презентацией
8.	Моделирование в среде Autodesk AutoCAD. /Пр/			2			ОПК-3, ПК-1	Задания по теме
9.	Моделирование в среде Autodesk 3 dsMax /Ср/					4	ОПК-3, ПК-1	Реферат, сообщение
10.	Изучение взаимосвязей по моделям и реализация типовых задач на компьютере. /Пр/ <b>Занятие проводится в интерактивной форме (анализ ситуации)</b>			2			ОПК-3, ПК-1	Типовые расчеты
11.	Создание каркасных моделей. /Ср/					4	ОПК-3, ПК-1	Реферат
12.	Моделирование сезонных колебаний с помощью фиктивных переменных. /Ср/					4	ОПК-3, ПК-1	Реферат, сообщение
	<b>Раздел 2. Методы решения обратных задач.</b>	<b>38</b>	<b>10</b>	<b>12</b>		<b>16</b>		
13.	Методы решения граничных обратных задач для уравнения параболического типа /Лек/			2			ОПК-3, ПК-1	Устный опрос
14.	Методы решения граничных обратных задач для уравнения параболического типа прямыми численными методами. /Пр/			2			ОПК-3, ПК-1	Типовые расчеты
15.	Метод регуляризации по Тихонову. /Лек/			2			ОПК-3, ПК-1	Устный опрос
16.	Метод квазиобращения. /Пр/			2			ОПК-3, ПК-1	Типовые расчеты
17.	Обратная граничная задача для упругого режима фильтрации /Лек/			2			ОПК-3, ПК-1	Устный опрос
28.	Решение задач параболического типа в			2			ОПК-3, ПК-1	Типовые расчеты



	математическом пакете Mathcad. /Пр/							
18.	Решение задач гиперболического типа в математическом пакете Mathcad. /Лк/		2				ОПК-3, ПК-1	Устный опрос
19.	Решение задач эллиптического типа в математическом пакете Mathcad. /Пр/			2			ОПК-3, ПК-1	Устный опрос
20.	Модельная дифференциальная задача. /Ср/					4	ОПК-3, ПК-1	Реферат
21.	Схемы метода конечных интервалов. /Ср/					4	ОПК-3, ПК-1	Доклад с презентацией
22.	Метод баланса. /Пр/			2			ОПК-3, ПК-1	Типовые расчеты
23.	Разностные тождества. /Лек/		2				ОПК-3, ПК-1	Фронтальный опрос
24.	Сходимость разностных схем. /Ср/					2	ОПК-3, ПК-1	Реферат
25.	Решение сеточной задачи (критерии) устойчивости. /Ср/					6	ОПК-3, ПК-1	Реферат
26.	Метод прогонки /Пр/			2			ОПК-3, ПК-1	Типовые расчеты
<b>Всего</b>		<b>72</b>	<b>18</b>	<b>18</b>		<b>36</b>		

## **6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

Помимо рекомендованной основной и дополнительной литературы, в процессе самостоятельной работы студенты могут пользоваться следующими методическими материалами:

1. Лайпанова З.М., Урусова А.С. Обратные задачи оптимальной одношаговой и многошаговой фильтраций ошибок измерений вектора, монография. – Научный журнал КубГАУ, 2010 г.

2. Лайпанова З.М., Фильтрация ошибок измерений вектора спроса в балансовой модели Леонтьева, монография - Научный журнал КубГАУ, 2008 г.

## 7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

### 7.1. Описание шкал оценивания степени сформированности компетенций

Уровни сформированности компетенций	Индикаторы	Качественные критерии оценивания			
		2 балла	3 балла	4 балла	5 баллов
<b>ОПК-3</b>					
Базовый	<b>Знать:</b> - область применения цифровых моделей и основные типы задач	Не знает область применения цифровых моделей и основные типы задач	В целом знает область применения цифровых моделей и основные типы задач	Знает область применения цифровых моделей и основные типы задач	
	<b>Уметь:</b> - формализовать прикладную задачу как цифровую модель	Не умеет формализовать прикладную задачу как цифровую модель	В целом умеет формализовать прикладную задачу как цифровую модель	Умеет формализовать прикладную задачу как цифровую модель	
	<b>Владеть:</b> - навыками решения обратных задач	Не владеет навыками решения обратных задач	В целом владеет навыками решения обратных задач	Владеет навыками решения обратных задач	
Повышенный	<b>Знать:</b> - область применения цифровых моделей и основные типы задач				Свободно знает область применения цифровых моделей и основные типы задач

	<p><b>Уметь:</b></p> <p>- формализовать прикладную задачу как цифровую модель</p>				<p>Умеет в полном объеме формализовать прикладную задачу как цифровую модель</p>
	<p><b>Владеть:</b></p> <p>- навыками решения обратных и прикладных задач</p>				<p>В полном объеме владеет навыками решения обратных и прикладных задач</p>
<b>ПК-1</b>					
Базовый	<p><b>Знать:</b></p> <p>- Основы компьютерного моделирование и основные приемы и методы решения обратных задач</p>	<p><b>Не знает</b></p> <p>- Основы компьютерного моделирование и основные приемы и методы решения обратных задач</p>	<p><b>В целом знает</b></p> <p>- Основы компьютерного моделирование и основные приемы и методы решения обратных задач</p>	<p><b>Знает</b></p> <p>- Основы компьютерного моделирование и основные приемы и методы решения обратных задач</p>	
	<p><b>Уметь:</b></p> <p>- на основе описания прикладных задач строить цифровые модели и применять их в различных областях экономики и экологии.</p>	<p><b>Не умеет</b></p> <p>- на основе описания прикладных задач строить цифровые модели и применять их в различных областях экономики и экологии.</p>	<p><b>В целом умеет</b></p> <p>- на основе описания прикладных задач строить цифровые модели и применять их в различных областях экономики и экологии.</p>	<p><b>Умеет</b></p> <p>- на основе описания прикладных задач строить цифровые модели и применять их в различных областях экономики и экологии.</p>	
	<p><b>Владеть:</b></p> <p>- методами построения стандартных решений некорректно поставленных</p>	<p><b>Не владеет</b></p> <p>- методами построения стандартных решений некорректно поставленных</p>	<p><b>В целом владеет</b></p> <p>- методами построения стандартных решений некорректно</p>	<p><b>Владеет</b></p> <p>- методами построения стандартных решений некорректно поставленных</p>	

	задач и навыками построения цифровых моделей.	задач и навыками построения цифровых моделей.	поставленных задач и навыками построения цифровых моделей.	задач и навыками построения цифровых моделей.	
Повышенный	<b>Знать:</b> - Основы компьютерного моделирование и основные приемы и методы решения обратных задач				<b>В полном объеме знает:</b> - Основы компьютерного моделирование и основные приемы и методы решения обратных задач
	<b>Уметь:</b> -- на основе описания прикладных задач строить цифровые модели и применять их в различных областях экономики и экологии.				<b>В полном объеме умеет</b> - на основе описания прикладных задач строить цифровые модели и применять их в различных областях экономики и экологии.
	<b>Владеть:</b> - методами построения стандартных решений некорректно поставленных задач и навыками построения цифровых моделей.				<b>В полном объеме владеет</b> - методами построения стандартных решений некорректно поставленных задач и навыками построения цифровых моделей..

**7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

**7.2.2. Типовые темы к письменным работам, докладам и выступлениям:**

**Раздел 1. Основные понятия обратных задач и цифрового моделирования.**

1. Корректность по Адамару. Примеры некорректных задач.
2. Примеры некорректных задач. Суммирование рядов Фурье.

3. Примеры некорректных задач. Интегральные уравнения Фредгольма первого рода.
4. Примеры некорректных задач. Интегральные уравнения Вольтерра первого рода.
5. Примеры некорректных задач. Задача Коши для уравнения теплопроводности с обратным временем.
6. Примеры некорректных задач. Коэффициентная обратная задача теплопроводности.
7. Условно корректные задачи.
8. Квазирешение.
9. Понятие и определение цифровой модели местности (ЦММ), требования, предъявляемые к созданию цифровых моделей.
10. Понятие о векторном и растровом изображениях. Исходные материалы.
11. Современные технологии получения данных для создания ЦММ.
12. Основные идеи, заложенные в основу глобальных навигационных спутниковых систем.
13. Источники погрешностей, влияющие на точность спутниковых определений.
14. Понятие о глобальной системе позиционирования GPS. Общие сведения, принципы работы. Главные сегменты спутниковой системы.
15. Понятие о глобальной системе позиционирования ГЛОНАСС. Общие сведения, принципы работы. Главные сегменты спутниковой системы.
16. Геоцентрическая система координат WGS-84.
17. Геоцентрическая система координат ПЗ – 90.
18. Государственные системы координат СК- 42 и СК – 95.

### *Раздел 2. Методы решения обратных задач*

1. Метод Лаврентьева.
2. Метод регуляризации Тихонова.
3. Применение метода Тихонова к операции дифференцирования.
4. Градиентные методы.
5. Начально – краевая задача для уравнения Лапласа.
6. Начально – краевая задача для уравнения теплопроводности с обратным временем.
7. Методы регуляризации решений уравнений в свертках.
8. Итерационные методы регуляризации.
9. Обратная задача для уравнения Штурма-Лиувилля.
10. Обратная динамическая задача.
11. Обратная задача для параболических уравнений.
12. Обратная задача для гиперболических уравнений.

### **Критерии оценки доклада, сообщения, реферата:**

Отметка **«отлично»** за письменную работу, реферат, сообщение ставится, если изложенный в докладе материал:

- отличается глубиной и содержательностью, соответствует заявленной теме;
- четко структурирован, с выделением основных моментов;
- доклад сделан кратко, четко, с выделением основных параметров и данных;
- на вопросы по теме доклада получены полные исчерпывающие ответы.

Отметка **«хорошо»** ставится, если изложенный в докладе материал:

- характеризуется достаточным содержательным уровнем, но отличается недостаточной структурированностью;
- доклад длинный, не вполне четкий;
- на вопросы по теме доклада получены полные исчерпывающие ответы только после наводящих вопросов, или не на все вопросы.

Отметка **«удовлетворительно»** ставится, если изложенный в докладе материал:

- недостаточно раскрыт, носит фрагментарный характер, слабо структурирован;
- докладчик слабо ориентируется в излагаемом материале;
- на вопросы по теме доклада не были получены ответы или они не были правильными.

Отметка **«неудовлетворительно»** ставится, если:

- доклад не сделан;
- докладчик не ориентируется в излагаемом материале;
- на вопросы по выполненной работе не были получены ответы или они не были правильными.

### **7.2.2. Примерные вопросы к итоговой аттестации (зачет)**

1. Корректность по Адамару. Примеры некорректных задач.
2. Примеры некорректных задач. Суммирование рядов Фурье.
3. Примеры некорректных задач. Интегральные уравнения Фредгольма первого рода.
4. Примеры некорректных задач. Интегральные уравнения Вольтерра первого рода.
5. Примеры некорректных задач. Задача Коши для уравнения теплопроводности с обратным временем.
6. Примеры некорректных задач. Коэффициентная обратная задача теплопроводности.
7. Условно корректные задачи.
8. Квазирешение.
9. Метод Лаврентьева.
10. Метод регуляризации Тихонова.
11. Применение метода Тихонова к операции дифференцирования.
12. Градиентные методы.
13. Начально – краевая задача для уравнения Лапласа.
14. Начально – краевая задача для уравнения теплопроводности с обратным временем.
15. Методы регуляризации решений уравнений в свертках.
16. Итерационные методы регуляризации.
17. Обратная задача для уравнения Штурма-Лиувилля.
18. Обратная динамическая задача.
19. Обратная задача для параболических уравнений.
20. Обратная задача для гиперболических уравнений.

### **Критерии оценки устного ответа на вопросы по дисциплине « Цифровые модели и численные методы решения обратных задач »**

✓ 5 баллов - если ответ показывает глубокое и систематическое знание всего программного материала и структуры конкретного вопроса, а также основного содержания и новаций лекционного курса по сравнению с учебной литературой. Студент демонстрирует отчетливое и свободное владение концептуально-понятийным аппаратом, научным языком и терминологией соответствующей научной области. Знание основной

литературы и знакомство с дополнительно рекомендованной литературой. Логически корректное и убедительное изложение ответа.

✓ 4 - балла - знание узловых проблем программы и основного содержания лекционного курса; умение пользоваться концептуально-понятийным аппаратом в процессе анализа основных проблем в рамках данной темы; знание важнейших работ из списка рекомендованной литературы. В целом логически корректное, но не всегда точное и аргументированное изложение ответа.

✓ 3 балла – фрагментарные, поверхностные знания важнейших разделов программы и содержания лекционного курса; затруднения с использованием научно-понятийного аппарата и терминологии учебной дисциплины; неполное знакомство с рекомендованной литературой; частичные затруднения с выполнением предусмотренных программой заданий; стремление логически определенно и последовательно изложить ответ.

✓ 2 балла – незнание, либо отрывочное представление о данной проблеме в рамках учебно-программного материала; неумение использовать понятийный аппарат; отсутствие логической связи в ответе.

### **7.2.3. Тестовые задания для проверки знаний студентов**

#### **Типовое задание:**

#### **Контрольная работа 1 (ОПК-3, ПК-1.)**

##### Вариант 1.

1. Найти согласование параметра регуляризации с погрешностью исходных данных в методе  $Sh \sim$  для функции  $f(x) \in LipM \beta$ .
2. Получить оценку погрешности приближенного решения в методе  $Sh \sim$ .

##### Вариант 2.

1. Найти согласование параметра регуляризации с погрешностью исходных данных в методе  $* h S$  для функции  $f(x) \in LipM \beta$ .
2. Получить оценку погрешности приближенного решения в методе  $* h S$ .

#### **Контрольная работа 2 (ОПК-3, ПК-1.)**

##### Вариант 1.

1. Построить интегральный оператор Тихонова при решении задачи восстановления функций с краевым условием  $f(0) = 0$ .
2. Вывести уравнение Эйлера в методе Тихонова для функций с краевым условием  $f(1) = 0$ .

##### Вариант 2.

1. Построить интегральный оператор Тихонова при решении задачи восстановления функций с краевым условием  $f(0) = f(1)$ .
2. Получить краевую задачу для решения задачи восстановления функций с периодическими краевыми условиями.

#### **Контрольная работа 3 (ОПК-3, ПК-1.)**

##### Вариант 1.

1. Найти согласование  $n$  с  $\delta$  при решении задачи восстановления функций с помощью сумм Фурье в случае, если  $f(x) \in LipM \beta$ .
2. Найти оценку погрешности  $n$  с  $\delta$  при решении задачи восстановления функций с помощью сумм Фурье в случае, если  $f(x) \in LipM \beta$ .

## Вариант 2.

1. Найти согласование  $n$  с  $\delta$  при решении задачи восстановления функций с помощью сумм Фейера в случае, если  $f(x) \in \text{LipM } \beta$ .
2. Найти оценку погрешности  $n$  с  $\delta$  при решении задачи восстановления функций с помощью сумм Фейера в случае, если  $f(x) \in \text{LipM } \beta$

### **Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний** **Шкала оценивания** (за правильный ответ дается 1 балл)

- «неудовлетворительно» – 60% и менее
- «удовлетворительно» – 61-80%
- «хорошо» – 81-90%
- «отлично» – 91-100%

#### **7.2.4. Балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся**

Согласно Положения о балльно-рейтинговой системе оценки знаний обучающихся баллы выставляются в соответствующих графах журнала (см. «Журнал учета балльно-рейтинговых показателей студенческой группы») в следующем порядке:

«Посещение» - 2 балла за присутствие на занятии без замечаний со стороны преподавателя; 1 балл за опоздание или иное незначительное нарушение дисциплины; 0 баллов за пропуск одного занятия (вне зависимости от уважительности пропуска) или опоздание более чем на 15 минут или иное нарушение дисциплины.

«Активность» - от 0 до 5 баллов выставляется преподавателем за демонстрацию студентом знаний во время занятия письменно или устно, за подготовку домашнего задания, участие в дискуссии на заданную тему и т.д., то есть за работу на занятии. При этом преподаватель должен опросить не менее 25% из числа студентов, присутствующих на практическом занятии.

«Контрольная работа» или «тестирование» - от 0 до 5 баллов выставляется преподавателем по результатам контрольной работы или тестирования группы, проведенных во внеаудиторное время. Предполагается, что преподаватель по согласованию с деканатом проводит подобные мероприятия по выявлению остаточных знаний студентов не реже одного раза на каждые 36 часов аудиторного времени.

«Отработка» - от 0 до 2 баллов выставляется за отработку каждого пропущенного лекционного занятия и от 0 до 4 баллов может быть поставлено преподавателем за отработку студентом пропуска одного практического занятия или практикума. За один раз можно отработать не более шести пропусков (т.е., студенту выставляется не более 18 баллов, если все пропущенные шесть занятий являлись практическими) вне зависимости от уважительности пропусков занятий.

«Пропуски в часах всего» - количество пропущенных занятий за отчетный период умножается на два (1 занятие=2 часам) (заполняется делопроизводителем деканата).

«Пропуски по неуважительной причине» - графа заполняется делопроизводителем деканата.

«Попуски по уважительной причине» - графа заполняется делопроизводителем деканата.

«Корректировка баллов за пропуски» - графа заполняется делопроизводителем деканата.

«Итого баллов за отчетный период» - сумма всех выставленных баллов за данный период (графа заполняется делопроизводителем деканата).



**Таблица перевода балльно-рейтинговых показателей в отметки  
традиционной системы оценивания**

Соотношение часов лекционных и практических занятий	0/2	1/3	1/2	2/3	1/1	3/2	2/1	3/1	2/0	Соответствие отметки коэффициенту
Коэффициент соответствия балльных показателей традиционной отметке	1,5	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	«зачтено»
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	«удовлетворительно»
	2	1,75	1,65	1,6	1,5	1,4	1,35	1,25	-	«хорошо»
	3	2,5	2,3	2,2	2	1,8	1,7	1,5	-	«отлично»

Необходимое количество баллов для выставления отметок («зачтено», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично») определяется произведением реально проведенных аудиторных часов (n) за отчетный период на коэффициент соответствия в зависимости от соотношения часов лекционных и практических занятий согласно приведенной таблице.

«Журнал учета балльно-рейтинговых показателей студенческой группы» заполняется преподавателем на каждом занятии.

В случае болезни или другой уважительной причины отсутствия студента на занятиях, ему предоставляется право отработать занятия по индивидуальному графику.

Студенту, набравшему количество баллов менее определенного порогового уровня, выставляется оценка "неудовлетворительно" или "незачтено". Порядок ликвидации задолженностей и прохождения дальнейшего обучения регулируется на основе действующего законодательства РФ и локальных актов КЧГУ.

Текущий контроль по лекционному материалу проводит лектор, по практическим занятиям – преподаватель, проводивший эти занятия. Контроль может проводиться и совместно.

## **8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

### **8.1. Основная литература:**

1. Пантелеев, А. В. Численные методы. Практикум: учебное пособие / А.В. Пантелеев, И.А. Кудрявцева. - Москва: ИНФРА-М, 2020. - 512 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-012333-2. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1028969> (дата обращения: 05.09.2020). - Режим доступа: по подписке.- Текст: электронный.

2. Бахвалов, Н. С. Численные методы: анализ, алгебра, обыкновенные дифференциальные уравнения / Н. С. Бахвалов ; ред. И. М. Овчинникова, Е. В. Шикин. – Москва : Наука, 1975. – 632 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=456941>

### **8.2. Дополнительная литература:**

1. Кабанихин С.И. Обратные и некорректные задачи. Учебник для студентов высших учебных заведений. – Новосибирск: Сибирское научное издательство, 2009. – 457 с.

2. Леонов А.С. Решение некорректно поставленных обратных задач. Очерк теории, практические алгоритмы и демонстрации в МАТЛАБ. М.: Либроком, 2010. – 336 с. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).

## 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Методические указания по изучению дисциплины являются комплексом рекомендаций и разъяснений для студента, которые позволяют ему должным и оптимальным образом организовать процесс изучения дисциплины.

<b>Виды учебных занятий и формы контроля</b>	<b>Организация деятельности студента (Методические рекомендации)</b>
<b>Лекция</b>	<p>Написание конспекта лекций: краткое, схематичное, последовательное фиксирование основных положений, выводов, формулировок, фактов, обобщений; выделение ключевых слов, терминов, понятий. Обозначение вопросов, терминов, материала, вызывающего трудности. Нахождение ответов на вопросы лекционного материала. Для этого проработать материалы лекции с учебной и научной литературой. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.</p> <p>Общее время отводимое на содержательную проработку лекционного материала, в том числе самостоятельно и контактную работу с преподавателем – 2 часа.</p>
<b>Практические занятия</b>	<p>При подготовке к практическим занятиям, проработать теоретический материал лекций. Особое внимание уделить формулам, понятиям, их взаимосвязям, информационному и прикладному обеспечению в виде математико-статистического инструментария. Выполнить несколько простейших упражнений, в том числе заданных преподавателем как домашнее задание. Также сделать конспект литературных источников, в том числе с указаниями и решениями задач. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы, работа с текстом. Решение расчетно-графических заданий, типовых задач, решение эконометрических задач по алгоритму с применением математических методов. Если самостоятельно не удастся разобраться в примерах и задачах, необходимо отметить нерешенные задачи и совместно решить их с преподавателем на консультации, на практическом занятии.</p> <p>Общее время отводимое на содержательную подготовку к практическим занятиям, в том числе самостоятельно и контактную работу с преподавателем – 2 часа.</p>
<b>Контрольная работа/ типовые расчеты/ тестовые задания</b>	<p>При подготовке к указанным видам занятий, необходимо проработать весь материал теоретического и практического курса, соотносимый с конкретным видом занятия. Ознакомиться с образцами задач и примеров конкретного вида занятия, с их содержанием. Решить образцы вариантов конкретного вида текущего контроля. Тестирование проводится по отдельным темам дисциплины, по модулям программы. После выполнения указанных видов занятий, проделать работу над</p>

	ошибками.
<b>Реферат/сообщение</b>	<b>Реферат:</b> Поиск учебной и научной литературы и составление библиографии, использование от 3 до 5 научных работ, изложение мнения авторов и своего суждения по выбранному вопросу; изложение основных аспектов проблемы. Ознакомление со структурой и оформлением реферата. <b>Сообщение:</b> Изучение научной, учебной, другой литературы по теме сообщения. Отбор необходимого материала; формирование выводов и разработка конкретных рекомендаций по решению поставленной цели и задачи; проведение теоретических и практических исследований по теме сообщения.
<b>Коллоквиум</b>	Работа с конспектами лекций и практических занятий, подготовка ответов к контрольным вопросам теоретического и практического характера по указанным разделам.
<b>Самостоятельная работа</b>	Самостоятельная работа студентов, включает усвоение теоретического материала, подготовку к практическим занятиям, выполнение индивидуальных заданий, написание рефератов, подготовку к выполнению тестовых заданий, работу с учебниками, иной учебной и учебно-методической литературой, подготовку к текущему контролю успеваемости, к экзамену.
<b>Подготовка к зачету</b>	При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др. При этом детально и содержательно проработать каждый материал лекции и практического занятия, вопросов вынесенных на самостоятельную работу. Уметь ориентироваться в схеме фактов и утверждений данной дисциплины. Ознакомиться с перечнем вопросов к зачету.

## 10. Требования к условиям реализации рабочей программы дисциплины (модуля)

### 10.1. Общесистемные требования

*Электронная информационно-образовательная среда ФГБОУ ВО «КЧГУ»*

<http://kchgu.ru> - адрес официального сайта университета

<https://do.kchgu.ru> - электронная информационно-образовательная среда КЧГУ

*Электронно-библиотечные системы (электронные библиотеки)*

Учебный год	Наименование документа с указанием реквизитов	Срок действия документа
2023 / 2024 учебный год	Договор № 915 ЭБС ООО «Знаниум» от 12.05.2023г.	Действует до 15.05.2024 г.
	Электронно-библиотечная система «Лань». Договор № СЭБ НВ-294 от 1 декабря 2020 года.	Бессрочный
2023 / 2024 учебный год	Электронная библиотека КЧГУ (Э.Б.). Положение об ЭБ утверждено Ученым советом от 30.09.2015г. Протокол № 1). Электронный адрес: <a href="https://kchgu.ru/biblioteka">https://kchgu.ru/biblioteka</a> - <a href="https://kchgu.ru/">kchgu/</a>	Бессрочный

2023 / 2024 учебный год	<p>Электронно-библиотечные системы:          Научная электронная библиотека          «ELIBRARY.RU» - <a href="https://www.elibrary.ru">https://www.elibrary.ru</a>.          Лицензионное соглашение №15646 от 01.08.2014г.          Бесплатно.</p> <p>Национальная электронная библиотека (НЭБ) –  <a href="https://rusneb.ru">https://rusneb.ru</a>. Договор №101/НЭБ/1391 от          22.03.2016г. Бесплатно.</p> <p>Электронный ресурс «Polred.com Обзор СМИ» –  <a href="https://polpred.com">https://polpred.com</a>. Соглашение. Бесплатно.</p>	Бессрочно
----------------------------	--	-----------

## **10.2. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины**

При необходимости для проведения занятий используется аудитория, оборудованная компьютером с доступом к сети Интернет с установленным на нем необходимым программным обеспечением и браузером, проектор (интерактивная доска) для демонстрации презентаций и мультимедийного материала.

В соответствии с содержанием практических (лабораторных) занятий при их проведении используется аудитория, рабочие места обучающихся в которой оснащены компьютерной техникой, имеют широкополосный доступ в сеть Интернет и программное обеспечение, соответствующее решаемым задачам.

Рабочие места для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с подключением к сети Интернет и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

Занятия проходят в учебной аудитории № 28.

1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

*Специализированная мебель:* столы ученические, стулья, стол преподавателя, доска меловая.

*Технические средства обучения:* персональный компьютер с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета, переносной проектор.

*Лицензионное программное обеспечение:*

Microsoft Windows (Лицензия № 60290784), бессрочная

Microsoft Office (Лицензия № 60127446), бессрочная

ABBY Fine Reader (лицензия № FCRP-1100-1002-3937), бессрочная

Calculate Linux (внесён в ЕРПИ Приказом Минкомсвязи №665 от 30.11.2018-2020), бессрочная

Google G Suite for Education (IC: 01i1p5u8), бессрочная

Антивирус Касперского. Действует до 03.03.2025г. (Договор № 56/2023 от 25 января 2023г.)

2. Читальный зал: для самостоятельной работы обучающихся; 80 мест, 10 компьютеров.

*Специализированная мебель:* столы ученические, стулья.

*Технические средства обучения:* Дисплей Брайля ALVA с программой экранного увеличителя MAGic Pro; стационарный видеувеличитель Clear View с монитором; 2 компьютерных роллера USB&PS/2; клавиатура с накладкой (ДЦП); акустическая система свободного звукового поля Front Row to Go/\$; персональные компьютеры с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

*Лицензионное программное обеспечение:*

Microsoft Windows (Лицензия № 60290784), бессрочная  
Microsoft Office (Лицензия № 60127446), бессрочная  
ABBYY Fine Reader (лицензия № FCRP-1100-1002-3937), бессрочная  
Calculate Linux (внесён в ЕРПП Приказом Минкомсвязи №665 от 30.11.2018-2020),  
бессрочная

Google G Suite for Education (IC: 01i1p5u8), бессрочная

Антивирус Касперского. Действует до 03.03.2025г. (Договор № 56/2023 от 25 января 2023г.).

3. Научный зал: для самостоятельной работы, для научно-исследовательской работы обучающихся; 20 мест, 10 компьютеров

*Специализированная мебель:* столы ученические, стулья.

*Технические средства обучения:* персональные компьютеры с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

*Лицензионное программное обеспечение:*

Microsoft Windows (Лицензия № 60290784), бессрочная

Microsoft Office (Лицензия № 60127446), бессрочная

ABBYY Fine Reader (лицензия № FCRP-1100-1002-3937), бессрочная

Calculate Linux (внесён в ЕРПП Приказом Минкомсвязи №665 от 30.11.2018-2020),

бессрочная

Google G Suite for Education (IC: 01i1p5u8), бессрочная

Антивирус Касперского. Действует до 03.03.2025г. (Договор № 56/2023 от 25 января 2023г.)

### ***10.3. Необходимый комплект лицензионного программного обеспечения***

1. ABBYY FineReader (лицензия №FCRP-1100-1002-3937), бессрочная.

2. Calculate Linux (внесён в ЕРПП Приказом Минкомсвязи №665 от 30.11.2018-2020), бессрочная.

3. Google G Suite for Education (IC: 01i1p5u8), бессрочная.

4. Антивирус Касперского. Действует до 03.03.2025г. (Договор № 56/2023 от 25 января 2023г.)

5. Microsoft Office (лицензия №60127446), бессрочная.

6. Microsoft Windows (лицензия №60290784), бессрочная.

### ***10.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы***

#### ***Современные профессиональные базы данных***

1. Федеральный портал «Российское образование»- <https://edu.ru/documents/>

2. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов (Единая коллекция ЦОР) – <http://school-collection.edu.ru/>

3. Базы данных Scopus издательства Elsevir  
<http://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>.

#### ***Информационные справочные системы***

1. Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования - <http://fgosvo.ru>.

2. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (ФЦИОР) – <http://edu.ru>.

3. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов (Единая коллекция ЦОР) – <http://school-collection.edu.ru>.

4. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» (ИС «Единое окно») – <http://window/edu.ru>.

5. Информационная система «Информио».

## **11. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

В группах, в состав которых входят студенты с ОВЗ, в процессе проведения учебных занятий создается гибкая, вариативная организационно-методическая система обучения, адекватная образовательным потребностям данной категории обучающихся, которая позволяет не только обеспечить преемственность систем общего (инклюзивного) и высшего образования, но и будет способствовать формированию у них компетенций, предусмотренных ФГОС ВО, ускорит темпы профессионального становления, а также будет способствовать их социальной адаптации.

В процессе преподавания учебной дисциплины создается на каждом занятии толерантная социокультурная среда, необходимая для формирования у всех обучающихся гражданской, правовой и профессиональной позиции соучастия, готовности к полноценному общению, сотрудничеству, способности толерантно воспринимать социальные, личностные и культурные различия, в том числе и характерные для обучающихся с ОВЗ.

Посредством совместной, индивидуальной и групповой работы формируется у всех обучающихся активная жизненная позиция и развитие способности жить в мире разных людей и идей, а также обеспечивается соблюдение обучающимися их прав и свобод и признание права другого человека, в том числе и обучающихся с ОВЗ на такие же права.

В группах, в состав которых входят обучающиеся с ОВЗ, в процессе учебных занятий используются технологии, направленные на диагностику уровня и темпов профессионального становления обучающихся с ОВЗ, а также технологии мониторинга степени успешности формирования у них компетенций, предусмотренных ФГОС ВО при изучении данной учебной дисциплины, используя с этой целью специальные оценочные материалы и формы проведения промежуточной и итоговой аттестации, специальные технические средства, предоставляя обучающимся с ОВЗ дополнительное время для подготовки ответов, привлекая тьютеров).

Материально-техническая база для реализации программы:

1. Мультимедийные средства:

- интерактивные доски «Smart Board», «Toshiba»;
- экраны проекционные на штативе 280\*120;
- мультимедиа-проекторы Epson, Benq, Mitsubishi, Aser.

2. Презентационное оборудование:

- радиосистемы AKG, Shure, Quik;
- видеоконфликты Microsoft, Logitech;
- микрофоны беспроводные;
- класс компьютерный мультимедийный на 21 мест;
- ноутбуки Aser, Toshiba, Asus, HP.

Наличие компьютерной техники и специального программного обеспечения: имеются рабочие места, оборудованные рельефно-точечными клавиатурами (шрифт Брайля), программное обеспечение NVDA с функцией синтезатора речи, видеоувеличителем, клавиатурой для лиц с ДЦП, роллером. Распределение специализированного оборудования.

## 12. Лист регистрации изменений

	<b>Дата и номер протокола ученого совета факультета/института, на котором были рассмотрены вопросы о необходимости внесения изменений в ОП ВО</b>	<b>Дата и номер протокола ученого совета Университета, на котором были утверждены изменения в ОП ВО</b>	<b>Дата введения изменений</b>