

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
"Карачаево-Черкесский государственный университет имени У.Д. Алиева"

Физико-математический факультет  
Кафедра Математического анализа



Р.А. Бостанов

2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (модуля)**

Дифференциальные уравнения в частных производных I порядка

**Направление** 01.06.01 Математика и механика  
(шифр, название направления)

**Направленность программы:** Дифференциальные уравнения,  
динамические системы и оптимальное управление

**Квалификация (степень):** Исследователь. Преподаватель-  
исследователь

**Квалификация (степень):** Исследователь. Преподаватель-  
исследователь

**Форма обучения** очная

**Год начала подготовки** 2023год  
*по учебному плану*

Карачаевск, 2023

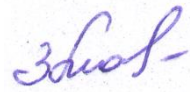
Составитель: к. ф.-м. н., доцент Лайпанова З.М.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 01.06.01 Математика и механика, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 25.08.2014 №33837, основной профессиональной образовательной программой высшего образования по направлению подготовки 01.06.01 Математика и механика, направленность программы: Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление; 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.

Зав. кафедрой



## Содержание

1. Наименование дисциплины (модуля) .....	
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы .....	
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы .....	5
4. Объем дисциплины 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 .....	9
7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине .....	9
7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания .....	9
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 .....	10
7.2.1. Типовые темы к письменным работам, докладам и выступлениям.....	12
7.2.2. Примерные вопросы к итоговой аттестации (экзамен).....	12
7.2.3. Тестовые задания для проверки знаний студентов.....	12
7.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.....	18
8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля).....	20
9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" (далее - сеть "Интернет"), необходимых для освоения дисциплины (модуля) .....	21
10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины .....	21
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем .....	
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине .....	
13. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья .....	
14. Лист регистрации изменений.....	25

### **1. Наименование дисциплины (модуля)**

Дифференциальные уравнения в частных производных I порядка.

**Целью** Освоение методов исследования и решения дифференциальных уравнений и систем дифференциальных уравнений, описывающих различные технологические процессы естествознания, техники и экономики.

Для достижения цели ставятся **задачи**:

- получить представление о солитонах, коммутативных кольцах дифференциальных операторов;
- изучить необходимый понятийный аппарат дисциплины;
- сформировать умения нахождения условий коммутирования дифференциальных операторов;
- получить представление о роли коммутативных колец дифференциальных операторов в нелинейной теории.

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

В результате освоения ОПОП аспирантуры обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине (модулю):

<b>Коды компетенции</b>	<b>Результаты освоения ОПОП Содержание компетенций*</b>	<b>Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине**</b>
ПК-1	<b>Способность понимать и применять в исследовательской и прикладной деятельности современный математический аппарат</b>	<b>Знает и понимает:</b> - современный математический аппарат, необходимый при моделировании систем и процессов; - понимает особенности применения современных математических методов анализа и синтеза при моделировании систем и процессов. <b>Умеет:</b> - обосновывать выбор и применение современного математического аппарата в исследовательской и прикладной деятельности. <b>Владеет:</b> - способностью понимать современный математический аппарат, применяемый при моделировании систем и процессов;

		- навыками применения современного математического аппарата в исследовательской и прикладной деятельности.
ПК-3	Способность свободно ориентироваться в современных проблемах математики вообще и дифференциальных уравнений в частности	<p><b>знать:</b> понятие дифференциальных уравнений, операторов, условия коммутирования дифференциальных операторов, понятие централизатора, эволюционных уравнений, иметь представление о роли коммутативных колец дифференциальных операторов в нелинейной теории.</p> <p><b>уметь:</b> доказывать теорему Лиувилля, единственности в обратной задаче, решать задачи Коши в виде степенного ряда, вычислять коэффициенты одного из коммутирующих оператора по коэффициентам другого.</p> <p><b>владеть:</b> навыками применения коммутативных колец дифференциальных операторов в нелинейной теории, решения задачи Коши в виде степенного ряда</p>
ПК-8:	Способностью анализировать результаты научных исследований и применять их при решении конкретных и исследовательских задач в своей области	<p><b>Знать:</b> методы организации и проведения опытно-экспериментальной и исследовательской работы в сфере физико-математического образования</p> <p><b>Уметь:</b> применять методы организации и проведения опытно-экспериментальной и исследовательской работы в сфере физико-математического образования</p> <p><b>Владеть:</b> методами организации и проведения опытно-экспериментальной и исследовательской работы в сфере физико-математического образования</p>

### ***3. Место дисциплины в структуре образовательной программы***

Данная дисциплина (модуль) относится к Блоку 1 и реализуется в рамках вариативной части.

Дисциплина изучается на 1 курсе в 1 семестре.

<b>МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП</b>	
Индекс	Б1.В.07
<b>3.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>
	Для успешного освоения дисциплины аспирант должен знать основные понятия теории дифференциальных уравнений, основные типы дифференциальных уравнений и методы их интегрирования, научиться применять общие методы к решению конкретных задач в математике и физике; уметь применять дифференциальные уравнения для моделирования экономических, технологических, физических процессов.
<b>3.2</b>	<b>Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>
	Дисциплина (модуль) «Дифференциальные уравнения в частных производных I порядка» является необходимой для сдачи экзамена кандидатского минимума, и успешной подготовки диссертационного исследования. Изучение дисциплины необходимо для успешного освоения дисциплин и практик, формирующий компетенции ПК-1, ПК-3, ПК-8

**4. Объем дисциплины 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 часов.

Объем дисциплины	Всего часов	
	для очной формы	для заочной формы
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	72	72
<b>Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий)*</b>	36	8
<b>Аудиторная работа (всего):</b>		
в том числе:		
лекции	18	4
семинары, практические занятия	18	4
практикумы		
Лабораторные работы		
<b>Внеаудиторная работа:</b>		
В том числе, индивидуальная работа обучающихся с преподавателем:		

курсовое проектирование		
групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие групповую или индивидуальную работу		
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	36	64
Вид промежуточной аттестации обучающегося (зачет / экзамен)	<b>зачет</b>	<b>зачет</b>

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

**5.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)**

**ДЛЯ ОЧНОЙ ФОРМЫ**

№ п/п	Раздел дисциплины	Общая трудоемкость (в часах)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)				
			Всего	Аудиторные уч. занятия			Самост. работа
				Лек.	Пр/сем.	Лаб.	
1.	Основные понятия.	36	8	10		18	
2.	Уравнения первого порядка	36	10	8		18	
<b>Всего по видам учебных занятий</b>		<b>72</b>	<b>18</b>	<b>18</b>		<b>36</b>	

**ДЛЯ ЗАОЧНОЙ ФОРМЫ**

№ п/п	Раздел дисциплины	Общая трудоемкость (в часах)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)				
			Всего	Аудиторные уч. занятия			Самост. работа
				Лек.	Пр/сем.	Лаб.	
1.	Основные понятия.	36	2	2		32	
2.	Уравнения первого порядка	36	2	2		32	
<b>Всего по видам учебных занятий</b>		<b>72</b>	<b>4</b>	<b>4</b>		<b>64</b>	

5.2. *Содержание по видам учебных занятий*

**ДЛЯ ОЧНОЙ ФОРМЫ**

Раздел, тема, содержание темы дисциплины		Общая трудоемкость (в часах)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)						
			Всего	Аудиторные уч. занятия			Сам. раб.	Планируемые результаты обучения	Формы текущего контроля
				Лек.	Пр.	Лаб.			
<b>РАЗДЕЛ 1. Основные понятия.</b>									
1	Основные понятия. Уравнения, интегрируемые в квадратурах.	18	6	6		20	ПК-1, ПК-3, ПК-8	Решение задач	
<b>РАЗДЕЛ 2.</b>									
2	Уравнения первого порядка, не разрешенные относительно производной. Уравнения интегрируемые в квадратурах	18	6	2		16	ПК-1, ПК-3, ПК-8	Решение задач	
3	Задача о траекториях	18	4	4		16	ПК-1, ПК-3, ПК-8	Решение задач	
4	Задача Коши, достаточные условия существования и единственности решения задачи Коши, понятие о граничной задаче, общее решение, частное решение, особое решение	18	2	6		20	ПК-1, ПК-3, ПК-8	Решение задач	
<b>Всего по видам учебных занятий</b>		<b>72</b>	<b>18</b>	<b>18</b>		<b>72</b>			

**ДЛЯ ЗАОЧНОЙ ФОРМЫ**

Раздел, тема, содержание темы дисциплины		Общая трудоемкость	Виды учебных занятий, включая самостоятельную					
--	--	--------------------	---	--	--	--	--	--



		МКОСТЬ (в часах)	работу обучающихся и трудоемкость (в часах)						
			Всего	Аудиторны е уч. занятия			Сам. раб.	Планир уемые результ аты обучени я	Форм ы текущ его контро ля
				Лек.	Пр.	Лаб.			
<b>РАЗДЕЛ 1. Основные понятия.</b>									
1	Основные понятия. Уравнения, интегрируемые в квадратурах.	18	2			16	ПК-1, ПК-3, ПК-8	Реше ние зада ч	
<b>РАЗДЕЛ 2.</b>									
2	Уравнения первого порядка, не разрешенные относительно производной. Уравнения интегрируемые в квадратурах	18		2		16	ПК-1, ПК-3, ПК-8	Реше ние зада ч	
3	Задача о траекториях	18		2		16	ПК-1, ПК-3, ПК-8	Реше ние зада ч	
4	Задача Коши, достаточные условия существования и единственности решения задачи Коши, понятие о граничной задаче, общее решение, частное решение, особое решение	18	2			16	ПК-1, ПК-3, ПК-8	Реше ние зада ч	
<b>Всего по видам учебных занятий</b>		<b>72</b>	<b>4</b>	<b>4</b>		<b>64</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:

Методические материалы находятся в открытом доступе на кафедре математического анализа и в ауд. №27.

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

### 7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

<b>1 этап - начальный</b>		
<b>Показатели</b>	<b>Критерии</b>	<b>Шкала оценивания</b>
<p>1. Способность обучающегося продемонстрировать наличие знаний при решении учебных заданий.</p> <p>2. Способность в применении умения в процессе освоения учебной дисциплины, и решения практических задач.</p> <p>3. Способность проявить навык повторения решения поставленной задачи по стандартному образцу</p>	<p>1.Способность обучающегося продемонстрировать наличие <b>знаний</b> при решении заданий, которые были представлены преподавателем вместе с образцом их решения.</p> <p>2. Применение <b>умения</b> к использованию методов освоения учебной дисциплины и способность проявить <b>навык</b> повторения решения поставленной задачи по стандартному образцу.</p> <p>2. Обучаемый демонстрирует самостоятельность в применении знаний, умений и навыков к решению учебных заданий в полном соответствии с образцом, данным преподавателем, по заданиям, решение которых было показано преподавателем.</p>	<p><b><u>2 балла</u></b> <i>ставится в случае:</i> незнания значительной части программного материала; не владения понятийным аппаратом дисциплины; существенных ошибок при изложении учебного материала; неумения строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; неумения делать выводы по излагаемому материалу.</p> <p><b><u>3 балла</u></b> <i>Обучающийся должен:</i> продемонстрировать общее знание изучаемого материала; знать основную рекомендуемую программой дисциплины учебную литературу; уметь строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; показать общее владение понятийным аппаратом дисциплины;</p> <p><b><u>4 балла</u></b> <i>Обучающийся должен:</i> продемонстрировать достаточно полное знание материала; продемонстрировать знание основных теоретических понятий; достаточно последовательно, грамотно и логически стройно излагать материал; продемонстрировать умение ориентироваться в</p>

		<p>нормативно-правовой литературе; уметь сделать достаточно обоснованные выводы по излагаемому материалу</p> <p><b><u>5 баллов</u></b>  <b>Обучающийся</b>  <b>должен:</b> продемонстрировать глубокое и прочное усвоение знаний материала; исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно изложить теоретический материал; правильно формулировать определения; продемонстрировать умения самостоятельной работы с нормативно-правовой литературой; уметь сделать выводы по излагаемому материалу</p>
<b>2 этап - заключительный</b>		
<p>1. Способность обучающегося самостоятельно продемонстрировать наличие знаний при решении учебных заданий.</p> <p>2. Самостоятельность в применении умения к использованию методов освоения учебной дисциплины и к решению практических задач.</p> <p>3. Самостоятельность в проявлении навыка в</p>	<p>1. Обучающийся демонстрирует самостоятельное применение <b>знаний, умений и навыков</b> при решении заданий, аналогичных тем, которые представлял преподаватель при потенциальном формировании компетенции.</p> <p>2. Обучаемый демонстрирует способность к полной самостоятельности в выборе способа решения неизвестных или нестандартных заданий в рамках учебной дисциплины с использованием знаний, умений и навыков, полученных</p>	<p><b><u>2 балла</u></b>  <b>ставится в случае:</b> незнания значительной части программного материала; не владения понятийным аппаратом дисциплины; существенных ошибок при изложении учебного материала; неумения строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; неумения делать выводы по излагаемому материалу.</p> <p><b><u>3 балла</u></b>  <b>Обучающийся</b>  <b>должен:</b> продемонстрировать общее знание изучаемого материала; знать основную рекомендуемую программой дисциплины учебную литературу; уметь строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; показать общее владение понятийным аппаратом дисциплины;</p> <p><b><u>4 балла</u></b>  <b>Обучающийся</b></p>

<p>процессе решения поставленной задачи без стандартного образца</p>	<p>как в ходе освоения данной учебной дисциплины, так и смежных дисциплин.</p>	<p>должен: продемонстрировать достаточно полное знание материала; продемонстрировать знание основных теоретических понятий; достаточно последовательно, грамотно и логически стройно излагать материал; продемонстрировать умение ориентироваться в нормативно-правовой литературе; уметь сделать достаточно обоснованные выводы по излагаемому материалу</p> <p><b>5 баллов</b> <b>Обучающийся</b></p> <p>должен: продемонстрировать глубокое и прочное усвоение знаний материала; исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно изложить теоретический материал; правильно формулировать определения; продемонстрировать умения самостоятельной работы с нормативно-правовой литературой; уметь сделать выводы по излагаемому материалу</p>
--	--	---

**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**

**7.2.1. Примерные вопросы к итоговой аттестации (зачет)**

по дисциплине **Дифференциальные уравнения в частных производных**

**Перечень примерных контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы**

**Вопросы к экзамену по курсу «Уравнения с частными производными».**

1. Уравнения в частных производных первого порядка. Построение общего решения линейных однородных уравнений.
2. Уравнения в частных производных первого порядка. Построение общего решения линейных неоднородных и квазилинейных уравнений.
3. Уравнение переноса вещества потоком воздуха.
4. Классификация уравнений в частных производных второго порядка (случай двух независимых переменных,  $n = 2$ ). Приведение уравнения к каноническому виду. Уравнение характеристик.

5. Канонический вид уравнения гиперболического типа ( $n = 2$ ).
6. Канонический вид уравнения параболического типа ( $n = 2$ ).
7. Канонический вид уравнения эллиптического типа ( $n = 2$ ).
8. Канонические формы уравнений с постоянными коэффициентами ( $n = 2$ ).
9. Вывод уравнения малых поперечных колебаний струны. Постановка краевых условий. Вывод граничных условий, описывающих упругое закрепление концов струны (стержня).
10. Свободные колебания неограниченной струны. Формула Даламбера. Свойства решений волнового уравнения на прямой.
11. Вынужденные колебания неограниченной струны.
12. Волновое уравнение на полупрямой. Метод продолжения. Однородное условие Дирихле (условие Неймана, условие 3 рода) границе  $x=0$ .
13. Задача Штурма-Лиувилля. Свойства собственных чисел и собственных функций.
14. Задача Штурма-Лиувилля, одномерный случай:  $X''(x) + cX(x) = 0, 0 < x < 1, X(0) = X(1) = 0$ .
15. Решение задачи о свободных колебаниях ограниченной струны с жестко закрепленными концами (первая краевая задача) методом Фурье. Условия существования классического решения.
16. Вынужденные колебания ограниченной струны с жестко закрепленными концами.
17. Единственность классического решения смешанной краевой задачи для волнового уравнения.
18. Вывод уравнения распространения тепла в стержне. Постановка краевых задач.
19. Вывод граничных условий на концах стержня, описывающих режим конвективного теплообмена со средой заданной температуры.
20. Распространение тепла в неограниченном стержне. Построение решения с помощью метода разделения переменных (интеграл Фурье).
21. Представление решения задачи Коши для уравнения теплопроводности на прямой с помощью интеграла Пуассона.
22. Свойства решений задачи Коши для уравнения теплопроводности на прямой.
23. Фундаментальное решение уравнения теплопроводности на прямой (функция Грина).
24. Неоднородное уравнение теплопроводности на прямой.
25. Понятие точечного источника тепла. Функция Дирака. Температурное поле на прямой, создаваемое точечным источником тепла.
26. Уравнение теплопроводности на полупрямой. Однородные граничные условия общего вида. Решение краевых задач на полупрямой методом продолжения.
27. Решение однородного уравнения теплопроводности на отрезке  $[0,1]$  с граничными условиями Дирихле методом Фурье.
28. Решение неоднородного уравнения теплопроводности на отрезке  $[0,1]$  с граничными условиями Дирихле методом Фурье.

29. Преобразование краевых задач с неоднородными граничными условиями.  
30. Задача на собственные значения и функции с периодическими условиями:  
 $X''(x) + cX(x) = 0, x \in \mathbb{R}, X(x) = X(x+2\pi) = 0.$

### **Критерии оценки устного ответа на вопросы по дисциплине**

**« Дифференциальные уравнения в частных производных »:**

- ✓ 30 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.
- ✓ 20 - баллов - 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.
- ✓ 10 баллов – 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.
- ✓ 0 – незнание, либо отрывочное представление о данной проблеме в рамках учебно-программного материала; неумение использовать понятийный аппарат; отсутствие логической связи в ответе.

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

#### **Типовые вопросы и задачи**

**для контрольных, зачетной и экзаменационной работ:**

1. Решите задачу Коши  $y' = 12x(y^2 + 16), y(0) = -4$  и укажите промежуток наибольшей длины, на котором решение этой задачи определено.

2. Решите задачу Коши  $y' = \frac{9y}{(15-2x)(x-9)}, y(6) = 8$  и вычислите для

решения этой задачи значение  $y(3)$ .

3. Найдите решение  $x = x(y)$  уравнения  $(x - 2y)dx + (10y - 2y^3 - 2x)dy = 0$ , удовлетворяющее условию  $x(2) = 3$ . Вычислите для этого решения значение  $x(3)$ .

4. Вычислите действительную часть числа  $\left(\frac{2+3i}{1-5i}\right)^{2003}$ .

5. Найдите все решения уравнения  $y' = -\frac{3}{x}y + \frac{4-12x^{21}}{x^9}$ .

6. Решите задачу Коши  $y'' - 6y' + 5y = 0$ ,  $y(0) = 0$ ,  $y'(0) = 8$  и вычислите для решения этой задачи значение  $y(1)$ .

7. Для последовательности  $\{y_k\}$ , удовлетворяющей рекуррентному уравнению  $y_{k+1} = 4y_k - 9k^2 + 5$ ;  $k = 0, 1, 2, \dots$  и условию  $y_0 = 0$ , вычислите величину  $y_{16}/y_{10}$ .

8. Укажите все возможные значения дроби  $y_6/y_9$  для всех тех решений рекуррентного уравнения  $y_{k+2} + 3y_{k+1} + 9y_k = 0$ ;  $k = 0, 1, 2, \dots$ , для которых она определена.

9. Решите систему уравнений 
$$\begin{cases} x_{k+1} = 3x_k - y_k, \\ y_{k+1} = 2x_k + 6y_k; \end{cases} \quad k = 0, 1, 2, \dots$$

10. Решите неоднородную систему уравнений  $\begin{cases} dx/dt = 3x - y + 12e^{7t} \\ dy/dt = 2x + 6y \end{cases}$

и изобразите фазовый портрет однородной системы.

11. Найдите все значения параметра  $b$ , при которых нулевое решение уравнения  $y''' + (6+b)y'' + 5y' - by = 0$  асимптотически устойчиво.

12. Укажите все возможные значения дроби  $y(x - (\pi/3)) / y(x)$  для всех тех решений уравнения  $y'' - 4y' + 13y = 0$ , для которых она определена.

13. Решите уравнение  $(x + 2y + 4)dx + (2y - 5x + 16)dy = 0$ .

14. Решите уравнение  $y' = 2y \operatorname{ctgx} + 12 \sin 4x \cdot \sin^2 x$ .

15. Решите уравнение  $y_{k+1} = \left(\frac{k+3}{k+2}\right)^2 y_k + (k+3)^2 \cdot 2^k; \quad k = 0, 1, 2, \dots$

16. Решите одну из систем уравнений ( $\lambda_1 = 2$ ?)

$$\begin{cases} dx/dt = 3x - 2y + z, \\ dy/dt = 2x - 2y + 2z, \\ dz/dt = -x + 2y + z. \end{cases} \quad \text{или} \quad \begin{cases} x_{k+1} = 3x_k - 2y_k + z_k, \\ y_{k+1} = 2x_k - 2y_k + 2z_k, \\ z_{k+1} = -x_k + 2y_k + z_k; \quad k = 0, 1, 2, \dots \end{cases}$$



17. Решите уравнение  $y'' + 6y' + 9y = \frac{6e^{-3x}}{x^3}$ .

18. Решите уравнение  $y' = \frac{3y}{x} - 4y^5 x^3$ .

19. Решите задачу Коши  $yy'' + 4y^4(y')^6 = 3(y')^2$ ,  $y(1) = -1$ ,  $y'(1) = 1$ .

20. Решите задачу Коши  $xy^4 y'' + 4x^4(y')^5 = xy^3(y')^2 + 3y^4 y'$ ,  $y(1) = -1$ ,  $y'(1) = 1$ .

21. Решите уравнение  $y_{k+3} - 2y_{k+1} - 4y_k = 51 \cdot 3^k + 2^{k+1}(20k + 14)$ ;  $k = 0, 1, 2, \dots$

22. Решите уравнение  $y''' - 2y' - 4y = 75 \sin x$  ( $\lambda_1 = 2$ ).

23. Решите уравнение  $(4x^2 - y^2)dx + (6x^2 + 3xy)dy = 0$ .

24. Найдите положения равновесия системы уравнений 
$$\begin{cases} dx/dt = x^2 - e^{y-x}, \\ dy/dt = x^3 - x, \end{cases}$$

определите их характер и начертите фазовые траектории соответствующих линеаризованных систем.

## **Критерии оценки тестового материала по дисциплине «Дифференциальные уравнения в частных производных»:**

- ✓ 5 баллов - выставляется студенту, если выполнены все задания варианта продемонстрировано знание фактического материала (базовых понятий, алгоритма, факта).
- ✓ 4 балла - работа выполнена вполне квалифицированно в необходимом объёме; имеются незначительные методические недочёты и дидактические ошибки. Продемонстрировано умение правильно использовать специальные термины и понятия, узнавание объектов изучения в рамках определенного раздела дисциплины; понятен творческий уровень и аргументация собственной точки зрения
- ✓ 3 балла – продемонстрировано умение синтезировать, анализировать, обобщать фактический и теоретический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей в рамках определенного раздела дисциплины;
- ✓ 2 балла - работа выполнена на неудовлетворительном уровне; не в полном объёме, требует доработки и исправлений и исправлений более чем половины объема.

### **7.3.Бально-рейтинговая система оценки знаний бакалавров**

Согласно Положения о балльно-рейтинговой системе оценки знаний бакалавров 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	1,5	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	«зачтено»
соответствия	1	1	1	1	1	1	1	1	1	«удовлетворительно»
балльных показателей	2	1,75	1,65	1,6	1,5	1,4	1,35	1,25	-	«хорошо»
традиционной отметке	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 учебная литература:***

Дифференциальные уравнения в частных производных/ Михайлов В.П.М.: Наука, 2006 г.

Обыкновенные дифференциальные уравнения/ Понтрягин Л.С.М.: Наука, 2008г.

1. Математическая теория оптимальных процессов. /Понтрягин Л.С, Болтянский В.Г., Гамкрелидзе Р.В., Мищенко Е.Ф. М.: Наука, 2007 г.
2. Дифференциальные уравнения /Трикоми Ф. М.; УРСС, 2007 г.
3. Обыкновенные дифференциальные уравнения. /Федорюк М.В. М.: Наука, 2006 г.
4. Дифференциальные уравнения с разрывной правой частью./Филиппов А.Ф. М.: Издательство физ.-мат. литературы, 2005 г.
5. Уравнения математической физики./Тихонов А.Н., Самарский А.А. М.: Наука, 2007г.

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

1. Лекции об уравнениях с частными производными/ Петровский И.Г.  
М.: Наука, 2009 г.
2. Дифференциальные уравнения /Тихонов А. Н., Васильева А. Б.,  
Свешников А. Г.М.: Наука, 2005 г.
3. Обыкновенные дифференциальные уравнения. /Арнольд В.И. М.:  
Наука, 2008 г.

### **8.3. Ресурсы ЭБС.**

1. Дифференциальные уравнения: практикум / Л.А. Альсевич,  
С.А. Мазаник, Г.А. Расолько, Л.П. Черенкова. - Минск: Вышэйшая школа,  
2012. - 384 с. - ISBN 978-985-06-2111-5; То же [Электронный ресурс]. -  
URL: [//biblioclub.ru/index.php?page=book&id=135999](http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=135999) (22.11.2016).
2. Асташова, И.В. Дифференциальные уравнения / И.В. Асташова,  
В.А. Никишкин. - М.: Евразийский открытый институт, 2011. - Ч. 2. - 108  
с. - ISBN 978-5-374-00487-8; То же [Электронный ресурс]. -  
URL: [//biblioclub.ru/index.php?page=book&id=90342](http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=90342) (22.11.2016).
3. Коврижных, А.Ю. Дифференциальные и разностные уравнения /  
А.Ю. Коврижных, О.О. Коврижных; Министерство образования и науки  
Российской Федерации, Уральский федеральный университет имени  
первого Президента России Б. Н. Ельцина. - Екатеринбург: Издательство  
Уральского университета, 2014. - 150 с. - ISBN 978-5-7996-1341-9; То же  
[Электронный ресурс]. -  
URL: [//biblioclub.ru/index.php?page=book&id=275742](http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=275742) (22.11.2016).
4. Васильева, А.Б. Дифференциальные и интегральные уравнения.  
Вариационное исчисление в примерах и задачах / А.Б. Васильева,  
Г.Н. Медведев, Н.А. Тихонов. - М. : Физматлит, 2005. - 214 с. - ISBN 5-  
9221-0628-7 ; То же [Электронный ресурс]. -  
URL: [//biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68123](http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68123) (22.11.2016).

### **9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее - сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

1. <http://e.lanbook.ru>.
2. <http://exponenta.ru/map.asp>
3. [knigafund.ru](http://knigafund.ru).
4. [math-portal.ru](http://math-portal.ru).
5. <http://www.mailcleanerplus.com/profit/elbib/obrlib.php> – электронная  
библиотека;
6. [www.edu.ru/db/portal/spe/index.htm](http://www.edu.ru/db/portal/spe/index.htm) – федеральный портал российского  
образования.

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

Методические указания по изучению дисциплины являются комплексом рекомендаций и разъяснений для аспиранта, 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.</p> <p>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 – 1,5 часа.</p>
<b>Практические занятия</b>	<p>При подготовке к практическим занятиям, проработать теоретический материал лекций. Особое внимание уделить формулам, понятиям, теоремам, их взаимосвязям. 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 задач по алгоритму. 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</b>	При подготовке к указанным видам занятий, необходимо

<b>работа/  типовые  расчеты/  тестовые  задания</b>	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. После выполнения указанных видов занятий, проделать работу над ошибками.
<b>Реферат/  сообщение</b>	<b>Реферат:</b> Поиск литературы и составление библиографии, использование от 3 до 5 научных работ, изложение мнения авторов и своего суждения по выбранному вопросу; изложение основных аспектов проблемы. Ознакомиться 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 практических исследований по теме сообщения.
<b>Коллоквиу  м</b>	Работа с конспектами лекций и практических занятий, подготовка ответов к контрольным вопросам теоретического и практического характера по указанным разделам.
<b>Подготовк  а к  экзамену</b>	При подготовке к экзамену (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 доказательств теорем и других утверждений данной дисциплины. Ознакомиться с перечнем вопросов к экзамену.

Самостоятельная работа студентов по дисциплине «Математический анализ III» предполагает более глубокую проработку ими отдельных тем курса, определенных программой. Основными видами и формами самостоятельной работы студентов по данной дисциплине являются:

- подготовка рефератов и докладов к практическим занятиям;
- самоподготовка по вопросам;
- подготовка к зачету.

Важной частью самостоятельной работы является чтение учебной литературы. Основная функция учебников - ориентировать студента в системе тех знаний, умений и навыков, которые должны быть усвоены по данной дисциплине будущими специалистами. В процессе изучения данной дисциплины учитывается посещаемость лекций, оценивается активность студентов на практических занятиях, а также качество и своевременность подготовки теоретических материалов, исследовательских проектов и презентаций рефератов. По окончании изучения дисциплины проводится зачет по предложенным вопросам и заданиям.

Вопросы, выносимые на зачет, должны служить постоянными ориентирами при организации самостоятельной работы студента. Таким образом, усвоение учебного предмета в процессе самостоятельного изучения учебной и научной литературы является и подготовкой к зачету, а сам зачет становится формой проверки качества всего процесса учебной деятельности студента.

Студент, показавший высокий уровень владения знаниями, умениями и навыками по предложенному вопросу, считается успешно освоившим учебный курс. В случае большого количества затруднений при раскрытии предложенного на зачете вопроса студенту предлагается повторная сдача в установленном порядке.

Для успешного овладения курсом необходимо выполнять следующие требования:

1) посещать все занятия, т.к. весь тематический материал взаимосвязан между собой и теоретического овладения пропущенного недостаточно для качественного усвоения;

2) все рассматриваемые на практических занятиях темы обязательно конспектировать в отдельную тетрадь и сохранять её до окончания обучения в вузе;

3) обязательно выполнять все домашние задания;

4) проявлять активность на занятиях и при подготовке, т.к. конечный результат овладения содержанием дисциплины необходим, в первую очередь, самому студенту;

5) в случаях пропуска занятий, по каким-либо причинам, обязательно «отрабатывать» пропущенное занятие преподавателю во время индивидуальных консультаций.

### **10.1 Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям**

**Целью** изучения дисциплины является обеспечение общепрофессиональных и профессиональных компетенций будущих бакалавров, которая заключается в умении оптимально использовать знания о технологиях производства информационного продукта, технике средств массовой информации в профессиональной деятельности; повышение культуры мышления; овладение навыками публичного выступления и делового общения; формирование навыков редактирования.

При подготовке студентов к практическим занятиям по курсу необходимо не только знакомить студентов с теориями и методами практики, но и стремиться отрабатывать на практике необходимые навыки и умения.

## ***11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине***



*(модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем*

***Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)***

В процессе лекционных и семинарских занятий используется следующее программное обеспечение:

1. Операционная система Microsoft Windows. Номер лицензии: 46908830 США: Редмонд, штат Вашингтон
2. Офисные приложения Microsoft Office 2010 Std Номер лицензии: 48497090 США: Редмонд, штат Вашингтон
3. Система распознавания текста: ABBYY Fine Reader Идентификационный номер пользователя: 14\*\*\*\*ООО "Аби", 111141, г.Москва, ул.Плеханова, д.15, стр.2
4. Лонгитюд-ЭДК+ Лицензия: 553 ООО «Лонгитюд»
5. IBM SPSS Лицензия: L141224 ЗАО «Прогностические решения»

***12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)***

Аудитории № 19, 27, 28 на 28, 36 и 70 мест, оборудованные соответствующей мебелью, доской, компьютером мультимедиа с прикладным программным обеспечением: проектор, колонки, широкоформатный экран, программа для просмотра видео файлов, лекционного и практического материала, система видеомонтажа (аудит. №19).

1. Компьютер с минимальными системными требованиями: Процессор: 300 MHz и выше Оперативная память: 128 Мб и выше.

2. Microsoft Academic Alliance (MSDN/DreamSpark) Операционные системы, офисные приложения, системы разработки и программирования, базы данных и прочее: – Windows (все версии, включая серверные) – Office – Access (профессиональное издание) – Visual Studio (все версии) – Visual Basic 6.0 – FoxPro.

3. Embarcadero RAD Studio. Мультиплатформенная система программирования и тестирования программных продуктов. Язык программирования.

4. PTC MATHCAD. Система математического моделирования.

5. Microsoft Mathematics 4.0. Набор математических средств для вычислений и построения графиков.

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

Обучение лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом индивидуальных психофизических особенностей, а для инвалидов также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида.

Положение «Об обучении инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в Карачаево-Черкесском государственном университете имени У.Д.Алиева» (Решение Ученого совета протокол № 13 от 1 июля 2015 г.).

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.

#### 14. Лист регистрации изменений

В рабочей программе на \_\_\_\_\_уч.год внесены следующие изменения:

№	Внесенные изменения	Номер стр. РП с изменением или дополнением

Решение кафедры: \_\_\_\_\_ - \_\_ №  
протокола, дата

Зав.каф. \_\_\_\_\_ 20 г.