

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

УТВЕРЖДАЮ  
И. о. проректора по УР  
М. Х. Чанкаев  
«29» мая 2024 г., протокол № 8

**Рабочая программа дисциплины**

**Уравнения математической физики**

*(наименование дисциплины (модуля))*

Направление подготовки

***01.03.02 Прикладная математика и информатика***

*(шифр, название направления)*

Направленность (профиль) подготовки

***Общий профиль: прикладная математика и информатика***

Квалификация выпускника

***бакалавр***

Форма обучения

***Очная***

Год начала подготовки - **2022**

Карачаевск, 2024

Составитель: канд. физ.-мат. наук, доцент Лайпанова З.М.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 10.01.2018 № 9 с изменениями и дополнениями от 26.11.2020 г., №1456, 8.02.2021 г., №83, образовательной программой высшего образования по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, направленность (профиль): «Общий профиль: прикладная математика и информатика»; локальными актами КЧГУ.

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры: математического анализа

Протокол № 9 от 17 мая 2024г.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Наименование дисциплины (модуля).....	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.....	4
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.....	5
5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий.....	6
5.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах).....	6
5.1.1. Тематика и краткое содержание лекционных и практических занятий .....	8
5.2. Тематика лабораторных занятий.....	9
5.3. Примерная тематика курсовых работ .....	9
6. Образовательные технологии.....	9
7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю).....	10
7.1. Описание шкал оценивания степени сформированности компетенций .....	10
7.2. Типовые контрольные задания или иные учебно-методические материалы, необходимые для оценивания степени сформированности компетенций в процессе освоения учебной дисциплины .....	13
7.2.1. Типовые задания к контрольным работам: .....	13
7.2.2. Примерные вопросы к итоговой аттестации (экзамен) .....	14
7.2.3. Тестовые задания для проверки знаний студентов .....	15
7.2.4. Бально-рейтинговая система оценки знаний бакалавров .....	16
8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины. Информационное обеспечение образовательного процесса.....	18
8.1. Основная литература: .....	18
8.2. Дополнительная литература: .....	18
9. Методические указания для обучающихся по освоению учебной 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.....	19
10.3. Необходимый комплект лицензионного программного обеспечения .....	20
10.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы .....	20
11. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья .....	20
12. Лист регистрации изменений .....	21

## 1. Наименование дисциплины (модуля)

*Уравнения математической физики*

**Целью** изучения дисциплины является:

формирование систематизированных знаний в области математического моделирования реальных физических процессов с помощью основных положений теории дифференциальных уравнений с частными производными и овладения основными методами решения конкретных задач математической физики.

**Для достижения цели ставятся задачи:**

- изучение основных понятий и законов уравнений математической физики;
- знакомство с основными методами, используемыми в математической физике.

Цели и задачи дисциплины определены в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, "Прикладная математика и информатика (общий профиль)"

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

Дисциплина «Уравнения математической физики» (Б1.В.01) относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Б1.

Дисциплина (модуль) изучается на 3 курсе в 5,6 семестрах.

МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП	
Индекс	Б1.В.01
<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
Для успешного освоения дисциплины студент должен иметь базовую подготовку по таким дисциплинам, как линейная алгебра, аналитическая геометрия, математический анализ, информатика.	
<b>Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
Изучение дисциплины необходимо для успешного освоения дисциплин профессионального цикла и практик, формирующих компетенции УК-1, ПК-1.	

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

Процесс изучения дисциплины «Уравнения математической физики» направлен на формирование следующих компетенций обучающегося:

Код компетенций	Содержание компетенции в соответствии с ФГОС ВО/ ПООП/ ОП	Индикаторы достижения компетенций	Декомпозиция компетенций (результаты обучения) в соответствии с установленными индикаторами
<b>УК-1</b>	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения	УК.Б-1.1 анализирует задачу и её базовые составляющие в соответствии с заданными требованиями УК.Б-1.2 осуществляет поиск информации, интерпретирует и ранжирует её для решения поставленной задачи по различным типам запросов УК.Б-1.3 при обработке информации отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок, формирует собственные мнения и	<b>знать:</b> - основные понятия и определения теории дифференциальных уравнений с частными производными; - классические и современные методы теории дифференциальных уравнений с частными производными и уравнения математической физики; - краевые и начально-краевые задачи для уравнений с частными производными;

	поставленных задач	суждения, аргументирует свои выводы и точку зрения УК.Б-1.4 выбирает методы и средства решения задачи и анализирует методологические проблемы, возникающие при решении задачи УК.Б-1.5 рассматривает и предлагает возможные варианты решения поставленной задачи, оценивая их достоинства и недостатки	- основные виды уравнений математической физики; <b>уметь:</b> - доказывать основные теоремы классической теории дифференциальных уравнений с частными производными и уравнений математической физики; - находить общие решения, решения конкретных краевых и начально-краевых задач для различных классов уравнений с частными производными; <b>владеть:</b> - методологией и навыками решения научных и практических <b>приобрести опыт:</b> -ознакомительного и изучающего чтения специальной литературы; - математического решения физических задач с использованием методов математической физики
<b>ПК-1</b>	Способен собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям	ПК.Б-1.1. Собирает и обрабатывает статистический, экспериментальный, теоретический, графический и т.п. материал, необходимый для построения математических моделей и расчетов ПК.Б-1.2. Использует методы прикладной математики и информатики для решения научно-исследовательских и прикладных задач ПК.Б-1.3. Имеет профильные знания и практические навыки для координирования научных исследований по выбранному направлению	<b>Знать:</b> этапы решения поставленной физической задачи. <b>Уметь:</b> применять физические законы в условиях конкретной задачи; выбирать оптимальное решение физической задачи. <b>Владеть:</b> алгоритмами решения физических задач; способностью делать выводы, оценивать полученные результаты.

**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 6 ЗЕТ, 216 академических часа.

Объем дисциплины	Всего часов	Всего часов
	для очной формы обучения	для заочной формы обучения
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	216	

<b>Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий)* (всего)</b>		
<b>Аудиторная работа (всего):</b>	90	
в том числе:		
лекции	54	
семинары, практические занятия	36	
практикумы	Не предусмотрено	
лабораторные работы	Не предусмотрено	
<b>Внеаудиторная работа:</b>		
консультация перед экзаменом	2	
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>	126	
<b>Контроль самостоятельной работы</b>		
<b>Вид промежуточной аттестации обучающегося (зачет / экзамен)</b>	Зачет, экзамен	

**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 обучения

№ п/п	Раздел, тема дисциплины	Общая трудоемкость (в часах)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)						
			всего	Аудиторные уч. занятия			Сам. работа	Планируемые результаты обучения	Формы текущего контроля
				Лек	Пр	Лаб			
1.	<b>Раздел 1. Классификация, канонические формы и методы решения уравнений и краевых задач математической физики.</b>	<b>58</b>	<b>18</b>	<b>10</b>		<b>30</b>			
2.	Классификация ДУЧП 2-го порядка и вывод канонических форм уравнений гиперболического, параболического и эллиптического типов.	12	4	2		6	УК-1 ПК-1	Тест	
3.	Вывод некоторых уравнений математической физики. Понятие о постановке краевых задач.	12	4	2		6	УК-1 ПК-1	Контрольная работа	
4.	Решение ДУЧП 2-го порядка гиперболического типа методом Даламбера на примере одномерного волнового уравнения.	12	4	2		6	УК-1 ПК-1	Контрольная работа	
5.	Метод разделения переменных (метод Фурье).	12	4	2		6	УК-1 ПК-1	Тест	

6.	Основные задачи для уравнений гиперболического типа, параболических типов: задача Коши, начально-краевые задачи	10	2	2		6	УК-1 ПК-1	Контрольная работа
7.	<b>Раздел 2. Уравнения гиперболического типа</b>	<b>64</b>	<b>18</b>	<b>8</b>		<b>38</b>		
8.	Уравнения гиперболического типа. Задача Коши для уравнения колебания струны. Формула Даламбера	12	4	2		6	УК-1 ПК-1	Тест
9.	Задача Коши для волнового уравнения на плоскости. Формула Пуассона	12	4	2		6	УК-1 ПК-1	Контрольная работа
10.	Задача Коши для неоднородного волнового уравнения. Физический смысл решения	14	4	2		8	УК-1 ПК-1	Тест
11.	Первая краевая задача для уравнений колебания струны. Метод Фурье. Обоснование метода Фурье	14	4	2		8	УК-1 ПК-1	Контрольная работа
12.	Применение метода Фурье для двумерного волнового уравнения. Колебания прямоугольной мембраны	12	2			10	УК-1 ПК-1	Контрольная работа
13.	<b>Раздел 3. Уравнения параболического типа</b>	<b>46</b>	<b>10</b>	<b>10</b>		<b>26</b>		
14.	Уравнения параболических типов. Основные задачи, физичность поставленных задач. Свойства решений – принцип максимума. Метод Фурье при решении задачи Коши. Формула Пуассона.	16	4	4		8	УК-1 ПК-1	Тест
15.	О единственности классического решения задачи Коши, краевых задач для уравнений гиперболического, параболического, эллиптического типов. Об устойчивости решений краевых задач	16	4	4		8	УК-1 ПК-1	Контрольная работа
16.	1-я краевая задача для однородного уравнения теплопроводности на полубесконечном стержне (с одним граничным условием). Формула Эйлера, связывающая функции синус, косинус и экспоненту.	14	2	2		10	УК-1 ПК-1	Контрольная работа
17.	<b>Раздел 4. Уравнения эллиптического типа.</b>	<b>48</b>	<b>8</b>	<b>8</b>		<b>32</b>		
18.	Уравнения эллиптического типа. Классическое решение. Гармонические функции, их свойства. Основные задачи для уравнений эллиптического типа. Фундаментальные решения	12	2	2		8	УК-1 ПК-1	Тест
19.	Интегральное представление дважды дифференцируемой функции. Потенциал масс, простого слоя, двойного слоя	12	2	2		8	УК-1 ПК-1	Контрольная работа

20.	Интегральные уравнения Фредгольма. Альтернативы Фредгольма	12	2	2		8	УК-1 ПК-1	Тест
21.	Основные свойства потенциалов масс, простого и двойного слоев. Решения задач Дирихле, Неймана.	12	2	2		8	УК-1 ПК-1	Контрольная работа
	<b>Всего</b>	216	54	36		126		

### 5.1.1. Тематика и краткое содержание лекционных и практических занятий

Предмет и методы математической физики. Дифференциальные уравнения в частных производных (ДУЧП), их классификация по форме: линейные, нелинейные и квазилинейные, однородные и неоднородные, с постоянными и с переменными коэффициентами. Формулы преобразования линейного ДУЧП 2-го порядка с двумя переменными к новым координатам. Понятие характеристического дифференциального уравнения. Получение общих интегралов характеристического дифференциального уравнения и соответствующих канонических форм уравнений гиперболического, параболического и эллиптического типов.

Содержательная постановка задачи о поперечных колебаниях струны с двумя закрепленными концами при малых отклонениях от положения равновесия. Вывод одномерного волнового уравнения. Содержательная постановка задачи о распространении тепла в однородном стержне. Вывод одномерного уравнения теплопроводности. Понятие о начальных и граничных условиях 1-го (условия Дирихле), 2-го (условия Неймана) и 3-го рода. Частные предельные случаи постановок краевых задач (задачи на бесконечной и полубесконечной прямой и задача без начальных условий).

Получение и решение характеристического уравнения для волнового уравнения; построение соответствующего простейшего ДУЧП канонического вида. Вывод формулы Даламбера и ее физическая интерпретация (принцип суперпозиции двух волн). Понятие о характеристическом треугольнике. Обобщение формулы Даламбера для неоднородного волнового уравнения.

Иллюстрация метода Фурье на примере задачи о колебании струны с закрепленными концами; построение соответствующей задачи Штурма-Лиувилля и нахождение ее собственных значений и функций. Представление решения задачи о колебании струны с закрепленными концами в виде функционального ряда. Понятие о коэффициентах Фурье. Достаточные условия сходимости указанного ряда.

Общая 1-я краевая задача для неоднородного одномерного уравнения теплопроводности. Получение решения 1-ой краевой задачи для однородного уравнения теплопроводности с однородными краевыми условиями методом Фурье; достаточные условия непрерывности указанного решения. Функция мгновенного точечного источника (температурного влияния), ее физический смысл. Теорема о неотрицательности функции мгновенного точечного источника.

Первая краевая задача для однородного уравнения теплопроводности на полубесконечной прямой; ее качественное (содержательное) отличие от соответствующей задачи на бесконечной прямой. Представление решения указанной задачи в виде суммы решений двух вспомогательных краевых задач, учитывающих влияние лишь начальных и граничных условий соответственно. Нечетное продолжение исходной задачи на бесконечную прямую. Вывод формулы решения первой краевой задачи для неоднородного уравнения теплопроводности на полубесконечной прямой. Ее иллюстрация на содержательном примере. Содержательный смысл задач без начальных условий.

1-я краевая задача для однородного уравнения теплопроводности на полубесконечном стержне (с одним граничным условием). Формула Эйлера,

связывающая функции синус, косинус и экспоненту. Решение указанной выше задачи. Решение 1-ой краевой задачи для уравнения теплопроводности на ограниченном отрезке (с двумя граничными условиями). Задача о распространении температурных колебаний в почве. Физическая интерпретация формулы, описывающей распространение температурной волны в почве: 1-й, 2-й и 3-й законы Фурье. Пример, иллюстрирующий использование указанной формулы.

Физические процессы, приводящие к уравнениям эллиптического типа. Уравнение Лапласа; понятие гармонической функции. Стационарное, тепловое поле.

Потенциальное течение жидкости. Уравнение Лапласа в полярной, цилиндрической и сферической системах координат.

### ***5.2. Тематика лабораторных занятий***

Учебным планом не предусмотрены

### ***5.3. Примерная тематика курсовых работ***

Учебным планом не предусмотрены

## **6. Образовательные технологии**

При проведении учебных занятий по дисциплине используются традиционные и инновационные, в том числе информационные образовательные технологии, включая при необходимости применение активных и интерактивных методов обучения.

Традиционные образовательные технологии реализуются, преимущественно, в процессе лекционных и практических (семинарских, лабораторных) занятий. Инновационные образовательные технологии используются в процессе аудиторных занятий и самостоятельной работы студентов в виде применения активных и интерактивных методов обучения.

Информационные образовательные технологии реализуются в процессе использования электронно-библиотечных систем, электронных образовательных ресурсов и элементов электронного обучения в электронной информационно-образовательной среде для активизации учебного процесса и самостоятельной работы студентов.

**Развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений и лидерских качеств при проведении учебных занятий.**

Практические (семинарские занятия относятся к интерактивным методам обучения и обладают значительными преимуществами по сравнению с традиционными методами обучения, главным недостатком которых является известная изначальная пассивность субъекта и объекта обучения.

Практические занятия могут проводиться в форме групповой дискуссии, «мозговой атаки», разборка кейсов, решения практических задач и др. Прежде, чем дать группе информацию, важно подготовить участников, активизировать их ментальные процессы, включить их внимание, развивать кооперацию и сотрудничество при принятии решений.

Методические рекомендации по проведению различных видов практических (семинарских) занятий.

### **1. Обсуждение в группах**

Групповое обсуждение какого-либо вопроса направлено на нахождение истины или достижение лучшего взаимопонимания, Групповые обсуждения способствуют лучшему усвоению изучаемого материала.

На первом этапе группового обсуждения перед обучающимися ставится проблема, выделяется определенное время, в течение которого обучающиеся должны подготовить аргументированный развернутый ответ.

Преподаватель может устанавливать определенные правила проведения группового обсуждения:

-задавать определенные рамки обсуждения (например, указать не менее 5.... 10 ошибок);

-ввести алгоритм выработки общего мнения (решения);

-назначить модератора (ведущего), руководящего ходом группового обсуждения.

На втором этапе группового обсуждения вырабатывается групповое решение совместно с преподавателем (арбитром).

Разновидностью группового обсуждения является круглый стол, который проводится с целью поделиться проблемами, собственным видением вопроса, познакомиться с опытом, достижениями.

## 2. Публичная презентация проекта

Презентация – самый эффективный способ донесения важной информации как в разговоре «один на один», так и при публичных выступлениях. Слайд-презентации с использованием мультимедийного оборудования позволяют эффективно и наглядно представить содержание изучаемого материала, выделить и проиллюстрировать сообщение, которое несет поучительную информацию, показать ее ключевые содержательные пункты. Использование интерактивных элементов позволяет усилить эффективность публичных выступлений.

## 3. Дискуссия

Как интерактивный метод обучения означает исследование или разбор. Образовательной дискуссией называется целенаправленное, коллективное обсуждение конкретной проблемы (ситуации), сопровождающейся обменом идеями, опытом, суждениями, мнениями в составе группы обучающихся.

Как правило, дискуссия обычно проходит три стадии: ориентация, оценка и консолидация. Последовательное рассмотрение каждой стадии позволяет выделить следующие их особенности.

Стадия ориентации предполагает адаптацию участников дискуссии к самой проблеме, друг другу, что позволяет сформулировать проблему, цели дискуссии; установить правила, регламент дискуссии.

В стадии оценки происходит выступление участников дискуссии, их ответы на возникающие вопросы, сбор максимального объема идей (знаний), предложений, пресечение преподавателем (арбитром) личных амбиций отклонений от темы дискуссии.

Стадия консолидации заключается в анализе результатов дискуссии, согласовании мнений и позиций, совместном формулировании решений и их принятии.

В зависимости от целей и задач занятия, возможно, использовать следующие виды дискуссий: классические дебаты, экспресс-дискуссия, текстовая дискуссия, проблемная дискуссия, ролевая (ситуационная) дискуссия.

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

### 7.1. Описание шкал оценивания степени сформированности компетенций

Уровни сформированности компетенций	Индикаторы	Качественные критерии оценивание			
		2 балла	3 балла	4 балла	5 баллов
<b>УК-1</b>					
Базовый	<b>Знать:</b> основные понятия, законы, теории, явления и процессы физики, единицы физических величин в СИ	Не знает основные понятия, законы, теории, явления и процессы физики, единицы физических	В целом знает основные понятия, законы, теории, явления и процессы физики, единицы физических	Знает основные понятия, законы, теории, явления и процессы физики, единицы физических величин в СИ	

		величин в СИ	величин в СИ		
	<b>Уметь:</b> применять математический аппарат при выводе физических законов и расчетных формул задач; приобретать новые знания по физике, используя современные информационные и коммуникационные технологии для поиска информации и сопровождения учебно-воспитательного процесса (электронно-библиотечные системы, современные профессиональные базы данных, информационные справочные системы и др.)	Не умеет применять математический аппарат при выводе физических законов и расчетных формул задач; приобретать новые знания по физике, используя современные информационные и коммуникационные технологии для поиска информации и сопровождения учебно-воспитательного процесса (электронно-библиотечные системы, современные профессиональные базы данных, информационные справочные системы и др.)	В целом умеет применять математический аппарат при выводе физических законов и расчетных формул задач; приобретать новые знания по физике, используя современные информационные и коммуникационные технологии для поиска информации и сопровождения учебно-воспитательного процесса (электронно-библиотечные системы, современные профессиональные базы данных, информационные справочные системы и др.)	Умеет применять математический аппарат при выводе физических законов и расчетных формул задач; приобретать новые знания по физике, используя современные информационные и коммуникационные технологии для поиска информации и сопровождения учебно-воспитательного процесса (электронно-библиотечные системы, современные профессиональные базы данных, информационные справочные системы и др.)	
	<b>Владеть:</b> способностью иллюстрировать роль физики в создании и совершенствовании технических объектов	Не владеет способностью иллюстрировать роль физики в создании и совершенствовании технических объектов	В целом владеет способностью иллюстрировать роль физики в создании и совершенствовании технических объектов	Владеет способностью иллюстрировать роль физики в создании и совершенствовании технических объектов	
Повышенный	<b>Знать:</b> основные понятия, законы, теории, явления и процессы физики, единицы физических величин в СИ				В полном объеме знает основные понятия, законы, теории, явления и процессы физики, единицы физических величин в СИ
	<b>Уметь:</b> применять математический аппарат при выводе физических законов и расчетных формул задач; приобретать				Умеет в полном объеме применять математический аппарат при выводе физических законов и расчетных формул задач; приобретать

	<p>новые знания по физике, используя современные информационные и коммуникационные технологии для поиска информации и сопровождения учебно-воспитательного процесса (электронно-библиотечные системы, современные профессиональные базы данных, информационные справочные системы и др.)</p> <p><b>Владеть:</b> способностью иллюстрировать роль физики в создании и совершенствовании технических объектов</p>				<p>новые знания по физике, используя современные информационные и коммуникационные технологии для поиска информации и сопровождения учебно-воспитательного процесса (электронно-библиотечные системы, современные профессиональные базы данных, информационные справочные системы и др.)</p> <p>В полном объеме владеет способностью иллюстрировать роль физики в создании и совершенствовании технических объектов</p>
--	---	--	--	--	---

**ПК-1**

Базовый	<b>Знать:</b> этапы решения поставленной физической задачи.	Не знает этапы решения поставленной физической задачи.	В целом знает этапы решения поставленной физической задачи.	Знает этапы решения поставленной физической задачи.	
	<b>Уметь:</b> применять физические законы в условиях конкретной задачи; выбирать оптимальное решение физической задачи.	Не умеет применять физические законы в условиях конкретной задачи; выбирать оптимальное решение физической задачи.	В целом умеет применять физические законы в условиях конкретной задачи; выбирать оптимальное решение физической задачи.	Умеет применять физические законы в условиях конкретной задачи; выбирать оптимальное решение физической задачи.	
	<b>Владеть:</b> алгоритмами решения физических задач; способностью делать выводы, оценивать	Не владеет алгоритмами решения физических задач; способностью делать выводы, оценивать полученные результаты.	В целом алгоритмами решения физических задач; способностью делать выводы, оценивать полученные результаты.	Владеет алгоритмами решения физических задач; способностью делать выводы, оценивать полученные результаты.	

	полученные результаты.				
Повышенный	<b>Знать:</b> этапы решения поставленной физической задачи.				В полном объеме знает этапы решения поставленной физической задачи.
	<b>Уметь:</b> применять физические законы в условиях конкретной задачи; выбирать оптимальное решение физической задачи.				В полном объеме умеет применять физические законы в условиях конкретной задачи; выбирать оптимальное решение физической задачи.
	<b>Владеть:</b> алгоритмами решения физических задач; способностью делать выводы, оценивать полученные результаты.				В полном объеме владеет алгоритмами решения физических задач; способностью делать выводы, оценивать полученные результаты.

**7.2. Типовые контрольные задания или иные учебно-методические материалы, необходимые для оценивания степени сформированности компетенций в процессе освоения учебной дисциплины**

**7.2.1. Типовые задания к контрольным работам:**

**Пример контрольной работы для оценки сформированности компетенций УК-1, ПК-1**

**Тематика контрольных работ:**

1. Классификация, канонические формы и методы решения уравнений и краевых задач математической физики.
2. Уравнения гиперболического типа.
3. Уравнения параболического типа.
4. Уравнения эллиптического типа.

**Критерии оценивания:**

- оценка «отлично» выставляется, если безошибочно выполнены все задания;
- оценка «хорошо» выставляется, если выполнены все задания, но допущены ошибки, не влияющие на ход и смысл их решения;
- оценка «удовлетворительно» выставляется, если выполнено правильно хотя бы одно задание работы;
- оценка «неудовлетворительно» выставляется, если не выполнено правильно ни одного задания.

### 7.2.2. Примерные вопросы к итоговой аттестации (экзамен)

1. Понятие дифференциальных уравнений в частных производных (ДУЧП).
2. Классификация ДУЧП по форме.
3. Вывод волнового уравнения.
4. Вывод уравнения теплопроводности.
5. Классификация ДУЧП 2-го порядка по типам.
6. Понятие краевых задач для уравнений математической физики.
7. Начальные и граничные условия для основных ДУЧП 2-го порядка; 1-я, 2-я и 3-я краевые задачи.
8. Краевые задачи без начальных условий.
9. Краевые задачи без граничных условий.
10. Краевые задачи на полубесконечной прямой.
11. Метод Даламбера решения ДУЧП.
12. Метод Фурье решения ДУЧП.
13. Задача о колебании струны.
14. Уравнение теплопроводности. Функция температурного влияния мгновенного точечного источника тепла.
15. Общее решение 1-й краевой задачи для одномерного неоднородного уравнения теплопроводности.
16. Фундаментальное решение. Общее решение 1-й краевой задачи для одномерного неоднородного уравнения теплопроводности с неоднородными начальными условиями.
17. Решение полной 1-й краевой задачи для уравнения теплопроводности.
18. Решение задачи Коши (без граничных условий) для уравнения теплопроводности.
19. Решение 1-й краевой задачи на бесконечной прямой для уравнения теплопроводности.
20. Решение 1-й краевой задачи на полубесконечной прямой для уравнения теплопроводности.
21. Интеграл Пуассона.
22. Постановки краевых задач для уравнений эллиптического типа. Примеры.
23. Законы Фурье.
24. Уравнение Лапласа в полярной, цилиндрической, сферической системах координат.

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

##### **«Уравнения математической физики»:**

✓ 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 Примеры тестовых заданий для оценки сформированности компетенции УК-1, ПК-1

1) Определить тип дифференциального уравнения.

$$x \frac{\partial^2 U}{\partial x^2} - 2\sqrt{xy} \frac{\partial^2 U}{\partial x \partial y} + y \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} + \frac{1}{2} \frac{\partial U}{\partial y} = 0$$

- |                    |                  |
|--------------------|------------------|
| 1) гиперболический | 3) эллиптический |
| 2) параболический  | 4) смешанный     |

2) Определить тип уравнения и вид краевой задачи.

$$\begin{cases} U_{tt} = a^2 U_{xx} \\ U(x,0) = \mu(x), U_t(x,0) = \nu(x) \\ U_x(0,t) = U_x(l,t) = 0 \end{cases}$$

- |                                      |                                      |
|--------------------------------------|--------------------------------------|
| 1) эллиптический, 1 краевая задача   | 3) параболический, 3 краевая задача  |
| 2) гиперболический, 2 краевая задача | 4) гиперболический, 1 краевая задача |

3) Определить тип уравнения  $\frac{\partial^2 U}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} = 0$

- |                               |                       |
|-------------------------------|-----------------------|
| 1) волновое уравнение         | 3) уравнение Лапласа  |
| 2) уравнение теплопроводности | 4) уравнение Пуассона |

4) Собственные значения и собственные функции для следующей задачи на собственные значения имеют вид:

$$\begin{cases} X'' - \lambda X = 0 \\ X(0) = 0; X'(l) = 0 \end{cases}$$

$$1) \lambda_n = -\left(\frac{\pi n}{l}\right)^2 \quad 2) \lambda_n = \frac{\pi(2n+1)}{2l} \quad 3) \lambda_n = -\left(\frac{\pi(2n+1)}{2l}\right)^2$$

$$X_n = C_n \sin \frac{\pi n x}{l} \quad X_n = C_n \cos \frac{\pi(2n+1)x}{2l} \quad X_n = C_n \sin \frac{\pi(2n+1)}{2l}$$

5) Канонический вид уравнения какого типа приведён

$$\frac{\partial^2 U}{\partial \xi^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial \eta^2} + \frac{1}{3} \frac{\partial U}{\partial \eta} = 0$$

1) гиперболический

2) параболический

3) эллиптический

### Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний

*Ключи к тестовым заданиям.*

**Шкала оценивания** (за правильный ответ дается 1 балл)

«неудовлетворительно» – 50% и менее

«удовлетворительно» – 51-80%

«хорошо» – 81-90%

«отлично» – 91-100%

**Критерии оценки тестового материала по дисциплине**

**«Уравнения математической физики»:**

✓ 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 объеме; 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 объеме, требует доработки и исправлений и исправлений более чем половины объема.

#### 7.2.4. Бально-рейтинговая система оценки знаний бакалавров

Согласно Положения о бально-рейтинговой системе оценки знаний бакалавров баллы выставляются в соответствующих графах журнала (см. «Журнал учета бально-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 "не зачтено". 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. Информационное обеспечение образовательного процесса**

### **8.1. Основная литература:**

1. Владимиров, В. С. Уравнения математической физики : учебник для вузов / В. С. Владимиров, В. В. Жаринов. - 2-е изд., стер. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2008. - 400 с. - ISBN 978-5-9221-0310-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/169279> (дата обращения: 09.07.2024). – Режим доступа: по подписке.
2. Давыдов, А. П. Методы математической физики. Классификация уравнений и постановка задач. Метод Даламбера: Курс лекций / Давыдов А.П., Злыднева Т.П. - Москва :НИЦ ИНФРА-М, 2017. - 100 с. ISBN 978-5-16-105499-4 (online). - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/884637> (дата обращения: 09.07.2024). – Режим доступа: по подписке.
3. Ильин, А. М. Уравнения математической физики : учебное пособие / А. М. Ильин. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 192 с. - ISBN 978-5-9221-1036-5. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/544745> (дата обращения: 21.08.2020). – Режим доступа: по подписке. – Текст: электронный.
4. Кудряшов, С. Н. Кудряшов, С. Н. Основные методы решения практических задач в курсе «Уравнения математической физики» : учеб. пособие / С. Н. Кудряшов. - Ростов-на-Дону : Издательство ЮФУ, 2011. - 308 с. - ISBN 978-5-9275-0879-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/556282> (дата обращения: 09.07.2024). – Режим доступа: по подписке.
5. Лесин, В. В. Уравнения математической физики : учебное пособие / В. В. Лесин. - Москва : КУРС : ИНФРА-М, 2020. - 240 с. - ISBN 978-5-906818-61-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/961832> (дата обращения: 09.07.2024). – Режим доступа: по подписке.

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

1. Соболева, Е. С. Задачи и упражнения по уравнениям математической физики / Е.С. Соболева, Г.М. Фатеева. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2012. - 96 с. ISBN 978-5-9221-1053-2, 300 экз. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/392891> (дата обращения: 09.07.2024). – Режим доступа: по подписке.
2. Сухинов, А. И. Курс лекций по уравнениям математической физики с примерами и задачами: учебное пособие / А.И. Сухинов, В.Н. Зуев, В.В. Семенистый. - Ростов н/Д: Издательство ЮФУ, 2009. - 307 с. ISBN 978-5-9275-0669-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/549839> (дата обращения: 09.07.2024). – Режим доступа: по подписке.

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

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекция	Написание конспекта лекций: краткое, схематичное, последовательное фиксирование основных положений, выводов, формулировок, обобщений; выделение ключевых слов, терминов. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросы, терминов, материала, вызывающего трудности. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.
Практические занятия	Конспектирование источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы, работа с текстом
Контрольная работа	Знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные

индивидуальные задания	издания, зарубежные источники, конспект основных положений, терминов, сведений, требующих для запоминания и являющихся основополагающими в этой теме. Составление аннотаций к прочитанным литературным источникам и др.
Реферат	Реферат: 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.
Коллоквиум	Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам и др.
Самостоятельная работа	Проработка учебного материала занятий лекционного и семинарского типа. Изучение нового материала до его изложения на занятиях. Поиск, изучение и презентация информации по заданной теме, анализ научных источников. Самостоятельное изучение отдельных вопросов тем дисциплины, не рассматриваемых на занятиях лекционного и семинарского типа. Подготовка к текущему контролю, к промежуточной аттестации.
Подготовка к экзамену	При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др.

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

### 10.1. Общесистемные требования

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

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронной информационно-образовательной среде (ЭИОС) Университета из любой точки, в которой имеется доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», как на территории Университета, так и вне ее.

Функционирование ЭИОС обеспечивается соответствующими средствами информационно-коммуникационных технологий и квалификацией работников, ее использующих и поддерживающих. Функционирование ЭИОС соответствует законодательству Российской Федерации.

Адрес официального сайта университета: <http://kchgu.ru>.

Адрес размещения ЭИОС ФГБОУ ВО «КЧГУ»: <https://do.kchgu.ru>.

#### Электронно-библиотечные системы (электронные библиотеки)

Учебный год	Наименование документа с указанием реквизитов	Срок действия документа
2024-2025 учебный год	Электронно-библиотечная система ООО «Знаниум». Договор № 238 эбс от 23.04.2024 г. Электронный адрес: <a href="https://znanium.com">https://znanium.com</a>	От 23.04.2024г. до 11.05.2025г.
2024-2025 учебный год	Электронно-библиотечная система «Лань». Договор № 36 от 14.03.2024 г. Электронный адрес: <a href="https://e.lanbook.com">https://e.lanbook.com</a>	По 19.01.2025г.
2024-2025 учебный год	Электронно-библиотечная система КЧГУ. Положение об ЭБ утверждено Ученым советом от 30.09.2015г. Протокол № 1. Электронный адрес: <a href="http://lib.kchgu.ru">http://lib.kchgu.ru</a>	Бессрочный
2024-2025 учебный год	Национальная электронная библиотека (НЭБ). Договор №101/НЭБ/1391-п от 22. 02. 2023 г. Электронный адрес: <a href="http://rusneb.ru">http://rusneb.ru</a>	Бессрочный
2024-2025 учебный год	Научная электронная библиотека «ELIBRARY.RU». Лицензионное соглашение №15646 от 21.10.2016 г. Электронный адрес: <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>	Бессрочный

2024-2025 учебный год	Электронный ресурс Polpred.com Обзор СМИ. Соглашение. Бесплатно. Электронный адрес: <a href="http://polpred.com">http://polpred.com</a>	Бессрочный
--------------------------	---	------------

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

Занятия проводятся в учебных аудиториях, предназначенных для проведения занятий лекционного и практического типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации в соответствии с расписанием занятий по образовательной программе. С описанием оснащённости аудиторий можно ознакомиться на сайте университета, в разделе материально-технического обеспечения и оснащённости образовательного процесса по адресу: <https://kchgu.ru/sveden/objects/>

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

- Microsoft Windows (Лицензия № 60290784), бессрочная
- Microsoft Office (Лицензия № 60127446), бессрочная
- ABBY FineReader (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
- Kaspersky Endpoint Security (Лицензия № 280E-210210-093403-420-2061), с 25.01.2023 г. по 03.03.2025 г.

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

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>.
4. Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования - <http://fgosvo.ru>.
5. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (ФЦИОР) – <http://edu.ru>.
6. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов (Единая коллекция ЦОР) – <http://school-collection.edu.ru>.
7. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» (ИС «Единое окно») – <http://window.edu.ru>.

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

В ФГБОУ ВО «Карачаево-Черкесский государственный университет имени У.Д. Алиева» созданы условия для получения высшего образования по образовательным программам обучающихся с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ).

Специальные условия для получения образования по ОПВО обучающимися с ограниченными возможностями здоровья определены «[Положением об обучении лиц с ОВЗ в КЧГУ](http://kchgu.ru)», размещенным на сайте Университета по адресу: <http://kchgu.ru>.

## 12. Лист регистрации изменений

Изменение	Дата и номер протокола ученого совета факультета/института, на котором были рассмотрены вопросы о необходимости внесения изменений	Дата и номер протокола ученого совета Университета, на котором были утверждены изменения	Дата введения изменений
<p>Обновлены договоры: 1) Антивирус Касперского. Действует до 03.03.2025 г. (Договор №56/2023 от 25 января 2023 г.);</p> <p>2) Договор №915 эбс ООО «Знаниум» от 12.05.2023 г. Действует до 15.05.2024 г.</p>		29.06.2023 г., протокол №8	
<p>Обновлены договоры:</p> <p>1. На антивирус Касперского. (Договор №56/2023 от 25 января 2023г.). Действует до 03.03.2025г.</p> <p>2. Договор № 915 ЭБС ООО «Знаниум» от 12.05.2023г. Действует до 15.05.2024г.</p> <p>3. Договор № 36 от 14.03.2024г. эбс «Лань». Действует по 19.01.2025г.</p> <p>4. Договор № 238 эбс ООО «Знаниум» от 23.04.2024г. Действует до 11 мая 2025г.</p>		29.05.2024г., протокол № 8	30.05.2024г.,