

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  
Кафедра физики



Р.А. Бостанов

2023 г.

**Рабочая программа дисциплины**

**Уравнения математической физики**

*(наименование дисциплины (модуля))*

Направление подготовки

***09.03.01 Информатика и вычислительная техника***

*(шифр, название направления)*

Направленность (профиль) подготовки

***"Системы автоматизированного проектирования"***

Квалификация выпускника

***Бакалавр***

Форма обучения

***Очная***

*Год начала подготовки*

***2020***

Карачаевск, 2023

Программу составил(а): *к.ф.-м.н., доц. Лайпанов М.З.*


Рецензент: *д.ф.-м.н., проф. Урусова Б.И.*

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и на основании учебного плана.

Рабочая программа обновлена и утверждена на заседании кафедры физики

на 2023-2024 уч. Год

Протокол № 8 от 30.06.2023г.

и.о. завкафедрой физики  /Лайпанов М.З./

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Наименование дисциплины (модуля).....	4
Образовательные технологии.....	11
7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю).....	12
<b>7.3. 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....</b>	<b>17</b>
7.3.1. Типовые задания к контрольным работам:.....	17
<b>7.3.2. Примерные вопросы к итоговой аттестации (экзамен) .....</b>	<b>17</b>
<b>7.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций .....</b>	<b>18</b>
7.4.1 Тестовые задания для проверки знаний студентов.....	19
8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля).....	20
<b>8.1. Основная литература:.....</b>	<b>20</b>
<b>8.2. Дополнительная литература: .....</b>	<b>21</b>
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).....	21
<b>10. Требования к условиям реализации рабочей программы дисциплины (модуля)</b>	<b>22</b>
<b>10.1. Общесистемные требования.....</b>	<b>22</b>
<b>10.2. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины.</b>	<b>22</b>
<b>10.3. Необходимый комплект лицензионного программного обеспечения.....</b>	<b>24</b>
<b>10.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы .....</b>	<b>24</b>
12. Лист регистрации изменений.....	26

## 1. Наименование дисциплины (модуля)

Уравнения математической физики

**Цель** дисциплины «Уравнения математической физики» обучение студентов основным методам решения уравнений математической физики и использованию их в качестве основного аппарата при математическом моделировании физических, биологических и других процессов

Для достижения поставленной цели ставятся следующие **задачи**:

изучение основных методов нахождения точных решений уравнений математической физики: уравнения Лапласа, волнового уравнения и уравнения теплопроводности, основных методов доказательства существования решений начально-краевых задач для указанных уравнений, ознакомление с приближенными методами решения указанных уравнений и обучение студентов применению уравнений математической физики для моделирования различного рода процессов и явлений.

Цели и задачи дисциплины определены в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 09.03.01. Информатика и вычислительная техника, "Системы автоматизированного проектирования "

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

Дисциплина «Уравнения математической физики» (ФТД.02) относится к факультативным дисциплинам.

Дисциплина (модуль) изучается на 3 курсе в 5семестре.

<b>МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП</b>	
Индекс	ФТД.02
<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, УК-6.	

**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/ ООП	Индикаторы достижения компетенций	Декомпозиция компетенций (результаты обучения) в соответствии с установленными индикаторами
<b>УК-1</b>	УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	<p>УК.Б-1.1 анализирует задачу и её базовые составляющие в соответствии с заданными требованиями</p> <p>УК.Б-1.2 осуществляет поиск информации, интерпретирует и ранжирует её для решения поставленной задачи по различным типам запросов</p> <p>УК.Б-1.3 при обработке информации отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок, формирует собственные мнения и суждения, аргументирует свои выводы и точку зрения</p> <p>УК.Б-1.4 выбирает методы и средства решения задачи и анализирует методологические проблемы, возникающие при решении задачи</p> <p>УК.Б-1.5 рассматривает и предлагает возможные варианты решения поставленной задачи, оценивая их достоинства и недостатки</p>	<p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные понятия и определения теории дифференциальных уравнений с частными производными;</li> <li>- классические и современные методы теории дифференциальных уравнений с частными производными и уравнения математической физики;</li> <li>- краевые и начальнокраевые задачи для уравнений с частными производными; основные виды уравнений математической физики;</li> </ul> <p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- доказывать основные теоремы классической теории дифференциальных уравнений с частными производными и уравнений математической физики;</li> <li>- находить общие решения, решения конкретных краевых и начально-краевых задач для различных</li> </ul>

			<p>классов уравнений с частными производными;</p> <p><b>владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методологией и навыками решения научных и практических</li> </ul> <p>приобрести опыт:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ознакомительного и изучающего чтения специальной литературы;</li> <li>- математического решения физических задач с использованием методов математической физики</li> </ul>
<b>УК-6</b>	<p>УК-6. Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни</p>	<p>УК.Б-6.1 использует инструменты и методы управления временем при выполнении конкретных задач, проектов, при достижении поставленных целей УК.Б-6.2 определяет приоритеты собственной деятельности, с учётом требований рынка труда и предложений образовательных услуг для личностного развития и выстраивания траектории профессионального роста</p> <p>УК.Б-6.3 логически и аргументировано анализирует результаты своей деятельности</p>	<p><b>Знать:</b> этапы решения поставленной физической задачи.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Уметь:</b> применять физические законы в условиях конкретной задачи; выбирать оптимальное решение физической задачи.</li> <li>- <b>Владеть:</b> алгоритмами решения физических задач; способностью делать выводы, оценивать полученные результаты.</li> </ul>

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

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

Объем дисциплины	Всего часов	
	для очной формы обучения	для заочной формы обучения
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	144	
<b>Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий)* (всего)</b>	72	
<b>Аудиторная работа (всего):</b>	72	
В том числе:		
лекции	36	
семинары, практические занятия	36	
практикумы		
лабораторные работы		
<b>Внеаудиторная работа:</b>		
курсовые работы		
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>	72	
<b>Контроль самостоятельной работы</b>		
<b>Вид промежуточной аттестации обучающегося (зачет / экзамен)</b>	Зачет	

**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)					Формы текущего контроля
		всего	Аудиторные уч. занятия			Сам. работа	Планируемые результаты обучения	
			Лек	Пр	Лаб			
1.	<b>Раздел 1.</b> <b>Классификация, канонические формы и методы решения уравнений и краевых задач математической физики.</b>	72		36		36		
2.	Классификация ДУЧП 2-го порядка и вывод канонических форм уравнений гиперболического, параболического и эллиптического типов.			2		2	УК-1 УК-6	Тест
3.	Вывод некоторых уравнений математической физики. Понятие о постановке краевых задач.			2		2	УК-1 УК-6	Контрольная работа
4.	Решение ДУЧП 2-го порядка гиперболического типа методом Даламбера на примере одномерного волнового уравнения.			2		2	УК-1 УК-6	Контрольная работа
5.	Метод разделения переменных (метод Фурье).			2		2	УК-1 УК-6	Тест
6.	Основные задачи для уравнений гиперболического типа, параболических типов: задача Коши, начально-краевые задачи			2		2	УК-1 УК-6	Контрольная работа



7.	<b>Раздел 2. Уравнения гиперболического типа</b>						УК-1 УК-6	
8.	Уравнения гиперболического типа. Задача Коши для уравнения колебания струны. Формула Даламбера			2		2	УК-1 УК-6	Тест
9.	Задача Коши для волнового уравнения на плоскости. Формула Пуассона			2		2	УК-1 УК-6	Контрольная работа
10.	Задача Коши для неоднородного волнового уравнения. Физический смысл решения			2		2	УК-1 УК-6	Тест
11.	Первая краевая задача для уравнений колебания струны. Метод Фурье. Обоснование метода Фурье			2		2	УК-1 УК-6	Контрольная работа
12.	Применение метода Фурье для двумерного волнового уравнения. Колебания прямоугольной мембраны			2		2	УК-1 УК-6	Контрольная работа
13.	<b>Раздел 3. Уравнения параболического типа</b>						УК-1 УК-6	
14.	Уравнения параболических типов. Основные задачи, физичность поставленных задач. Свойства решений – принцип максимума. Метод			2		2	УК-1 УК-6	Тест
	Фурье при решении задачи Коши. Формула Пуассона.							
15.	О единственности классического решения задачи Коши, краевых задач для уравнений гиперболического, параболического, эллиптического типов. Об устойчивости			2		2	УК-1 УК-6	Контрольная работа

	решений краевых задач							
16.	1-я краевая задача для однородного уравнения теплопроводности на полубесконечном стержне (с одним граничным условием). Формула Эйлера, связывающая функции синус, косинус и экспоненту.		2		2	УК-1 УК-6	Контрольная работа	
17.	<b>Раздел 4. Уравнения эллиптического типа.</b>					УК-1 УК-6		
18.	Уравнения эллиптического типа. Классическое решение. Гармонические функции, их свойства. Основные задачи для уравнений эллиптического типа. Фундаментальные решения		4		4	УК-1 УК-6	Тест	
19.	Интегральное представление дважды дифференцируемой функции. Потенциал масс, простого слоя, двойного слоя		2		2	УК-1 УК-6	Контрольная работа	
20.	Интегральные уравнения Фредгольма. Альтернативы Фредгольма		2		2	УК-1 УК-6	Тест	
21.	Основные свойства потенциалов масс, простого и двойного слоев. Решения задач Дирихле, Неймана.		2		2	УК-1 УК-6	Контрольная работа	
	<b>Всего</b>	72	36		36			

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

Учебным планом не предусмотрены

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

Учебным планом не предусмотрены

## **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
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач					
<b>Базовый</b>	<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;	Не знает - основные понятия и определения теории дифференциальных уравнений с частными производными; - классические и современные методы теории дифференциальных уравнений с частными производными и уравнения математической физики;	В целом знает - основные понятия и определения теории дифференциальных уравнений с частными производными; - классические и современные методы теории дифференциальных уравнений с частными производными и уравнения математической физики;	Знает - основные понятия и определения теории дифференциальных уравнений с частными производными; - классические и современные методы теории дифференциальных уравнений с частными производными и уравнения математической физики;	
	<b>уметь:</b> доказывать основные теоремы классической теории дифференциальных уравнений с частными производными и уравнений математической физики; находить общие решения, решения	Не умеет доказывать основные теоремы классической теории дифференциальных уравнений с частными производными и уравнений математической физики; находить общие решения, решения	В целом умеет доказывать основные теоремы классической теории дифференциальных уравнений с частными производными и уравнений математической физики; находить общие решения, решения конкретных краевых и	Умеет 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;	конкретных краевых и начально-краевых задач для различных классов уравнений с частными производными;	начально-краевых задач для различных классов уравнений с частными производными;	конкретных краевых и начально-краевых задач для различных классов уравнений с частными производными;	
	<b>владеть:</b> методологией и навыками решения научных и практических приобрести опыт:	Не владеет методологией и навыками решения научных и практических приобрести опыт:	В целом владеет методологией и навыками решения научных и практических приобрести опыт:	Владеет методологией и навыками решения научных и практических приобрести опыт:	
<b>Повышенны й</b>	<b>Знать:</b> - классические и современные методы теории дифференциальных уравнений с частными производными и уравнения математической физики; краевые и начальнокраевые задачи для уравнений с частными производными; основные виды уравнений математической физики;				В полном объеме знает - классические и современные методы теории дифференциальных уравнений с частными производными и уравнения математической физики; краевые и начальнокраевые задачи для уравнений с частными производными; основные виды уравнений математической физики;
	<b>Уметь:</b> доказывать основные теоремы классической теории дифференциальных уравнений с частными производными				В полном объеме умеет доказывать основные теоремы классической теории дифференциальных уравнений с частными

	и уравнений математической физики; находить общие решения, решения конкретных краевых и начально-краевых задач для различных классов уравнений с частными производными;				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> - методикой и навыками ознакомительного и изучающего чтения специальной литературы; математического решения физических задач с использованием методов математической физики				В полном объеме владеет - методикой и навыками ознакомительного и изучающего чтения специальной литературы; математического решения физических задач с использованием методов математической физики

УК-6. Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни

<b>Базовый</b>	Знать: 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	Не умеет применять физические законы в условиях конкретной задачи; выбирать оптимальное	В целом умеет применять физические законы в условиях конкретной задачи; выбирать оптимальное	Умеет применять физические законы в условиях конкретной задачи; выбирать оптимальное	

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



**7.3. 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**

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

**Пример контрольной работы для оценки сформированности компетенций УК-1, УК-6  
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.

**7.3.2. 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.

#### **7.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Поскольку практически всякая учебная дисциплина призвана формировать сразу несколько компетенций, критерии оценки целесообразно формировать в два этапа.

1-й этап - начальный: определение критериев оценки отдельно по каждой формируемой компетенции. Сущность 1-го этапа состоит в определении критериев для оценивания отдельно взятой компетенции на основе продемонстрированного обучаемым уровня самостоятельности в применении полученных в ходе изучения учебной дисциплины, знаний, умений и навыков.

2-й этап - заключительный: определение критериев для оценки уровня обученности по учебной дисциплине на основе комплексного подхода к уровню сформированности всех компетенций, обязательных к формированию в процессе изучения предмета.

Сущность 2-го этапа определения критерия оценки по учебной дисциплине заключена в определении подхода к оцениванию на основе ранее полученных данных о сформированности каждой компетенции, обязательной к выработке в процессе изучения предмета. В качестве основного критерия при оценке обучаемого при определении уровня освоения учебной дисциплины наличие сформированных у него компетенций по результатам освоения учебной дисциплины.

#### **Показатели оценивания компетенций и шкала оценки**

<b>Оценка «неудовлетворительно» (не зачтено) или отсутствие сформированности компетенции</b>	<b>Оценка «удовлетворительно» (зачтено) или низкой уровень освоения компетенции</b>	<b>Оценка «хорошо» (зачтено) или повышенный уровень освоения компетенции</b>	<b>Оценка «отлично» (зачтено) или высокий уровень освоения компетенции</b>
Уровень освоения дисциплины, при котором у обучаемого не сформировано более 50% компетенций. Если же учебная дисциплина выступает в качестве итогового этапа формирования компетенций (чаще всего это дисциплины профессионального цикла) оценка «неудовлетворительно» должна быть выставлена при отсутствии сформированности хотя бы одной компетенции	При наличии более 50% сформированных компетенций по дисциплинам, имеющим возможность доформирования компетенций на последующих этапах обучения. Для дисциплин итогового формирования компетенций естественно выставлять оценку «удовлетворительно», если сформированы все компетенции и более 60% дисциплин профессионального цикла	Для определения уровня освоения промежуточной дисциплины на оценку «хорошо» обучающийся должен продемонстрировать наличие 80% сформированных компетенций, из которых не менее 1/3 оценены отметкой «хорошо». Оценивание итоговой дисциплины на «хорошо» обуславливается наличием у обучаемого всех сформированных компетенций причем	Оценка «отлично» по дисциплине с промежуточным освоением компетенций, может быть выставлена при 100% подтверждении наличия компетенций, либо при 90% сформированных компетенций, из которых не менее 2/3 оценены отметкой «хорошо». В случае оценивания уровня освоения дисциплины с итоговым формированием компетенций оценка «отлично»

	«удовлетворительно»-	общепрофессиональных компетенции по учебной дисциплине должны быть сформированы не менее чем на 60% на повышенном уровне, то есть с оценкой «хорошо».-	может быть выставлена при подтверждении 100% наличия сформированной компетенции у обучаемого, выполнены требования к получению оценки «хорошо» и освоены на «отлично» не менее 50% общепрофессиональных компетенций
--	----------------------	--	---

**7.4.1 Тестовые задания для проверки знаний студентов  
Примеры тестовых заданий для оценки сформированности  
компетенции УК-1, УК-6**

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

2)  $\lambda_n = \frac{\pi(2n+1)}{2l}$

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

$X_n = C_n \sin \frac{\pi n x}{l}$

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

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

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 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.

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

### **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. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/169279> (дата обращения: 21.08.2020). – Режим доступа: по подписке. – Текст: электронный.

2. Давыдов, А. П. Методы математической физики. Классификация уравнений и постановка задач. Метод Даламбера: Курс лекций / А.П. Давыдов, Т.П. Злыднева. - Москва : ИНФРА-М, 2017. - 100 с. - ISBN 978-5-16-105499-4 (online). - URL: <https://znanium.com/catalog/product/884637> (дата обращения: 21.08.2020). – Режим доступа: по подписке. – Текст: электронный.

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. Основные методы решения практических задач в курсе «Уравнения математической физики»: учебное пособие / С. Н. Кудряшов. - Ростов-на-Дону: Издательство ЮФУ, 2011. - 308 с. - ISBN 978-5-9275-0879-2. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/556282> (дата обращения: 21.08.2020). – Режим доступа: по подписке. – Текст: электронный.

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. - URL:

<https://znanium.com/catalog/product/961832> (дата обращения: 21.08.2020). – Режим доступа: по подписке. – Текст: электронный.

### 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. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/392891> (дата обращения: 21.08.2020). – Режим доступа: по подписке. – Текст: электронный.

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 на-Дону: Издательство ЮФУ, 2009. - 307 с. ISBN 978-5- 9275-0669-9. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/549839> (дата обращения: 21.08.2020). – Режим доступа: по подписке. – Текст: электронный.

3. Титов, К. В. Уравнения математической физики. Практикум. Компьютерные технологии решения задач : учеб. пособие / К.В. Титов.— Москва: РИОР: ИНФРА-М, 2019. - 262 с. - ISBN 978-5-369-01812-5. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1023989> (дата обращения: 21.08.2020). – Режим доступа: по подписке. – Текст: электронный.

### 9. Методические указания для обучающихся по освоению 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 удается разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии. Уделить внимание следующим понятиям ( <i>перечисление понятий</i> ) и др.
Практические занятия	Конспектирование источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы, работа с текстом ( <i>указать текст из источника и др.</i> ). Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, решение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму и др.
Контрольная работа/индивидуальные задания	Знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные 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/курсовая работа	<i>Реферат</i> : 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. <i>Курсовая работа</i> : изучение научной, учебной, нормативной и другой литературы. Отбор необходимого материала; формирование выводов и разработка конкретных рекомендаций по решению поставленной цели и задачи; проведение практических исследований по данной теме. Использование методических рекомендаций по выполнению и оформлению курсовых работ
Практикум / лабораторная работа	Методические указания по выполнению лабораторных работ ( <i>можно указать название брошюры и где находится</i> ) и др.
Самостоятельная	Проработка учебного материала занятий лекционного и практического

работа	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.
и др.	

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

### 10.1. Общесистемные требования

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

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

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

*Электронно-библиотечные системы (электронные библиотеки)*

Учебный год	Наименование документа с указанием реквизитов	Срок действия документа
2023 / 2024 учебный год	Договор № 915 ЭБС ООО «Знаниум» от 12.05.2023г.	Действует до 15.05.2024 г.
	Электронно-библиотечная система «Лань». Договор № СЭБ НВ-294 от 1 декабря 2020 года.	Бессрочный
2023 / 2024 учебный год	Электронная библиотека КЧГУ (Э.Б.). Положение об ЭБ утверждено Ученым советом от 30.09.2015г. Протокол № 1). Электронный адрес: <a href="https://kchgu.ru/biblioteka">https://kchgu.ru/biblioteka</a> - <a href="https://kchgu.ru/">kchgu/</a>	Бессрочный
2023 / 2024 учебный год	Электронно-библиотечные системы: Научная электронная библиотека «ELIBRARY.RU» - <a href="https://www.elibrary.ru">https://www.elibrary.ru</a> . Лицензионное соглашение №15646 от 01.08.2014г. Бесплатно. Национальная электронная библиотека (НЭБ) – <a href="https://rusneb.ru">https://rusneb.ru</a> . Договор №101/НЭБ/1391 от 22.03.2016г. Бесплатно. Электронный ресурс «Polred.com Обзор СМИ» – <a href="https://polpred.com">https://polpred.com</a> . Соглашение. Бесплатно.	Бессрочно

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

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

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

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

Занятия проходят в учебной аудитории № 27.

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

Для проведения конференций

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

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

*Лицензионное программное обеспечение:*

Microsoft Windows (Лицензия № 60290784), бессрочная

Microsoft Office (Лицензия № 60127446), бессрочная

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

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

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

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

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

*Специализированная мебель:* столы ученические, стулья.

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

*Лицензионное программное обеспечение:*

Microsoft Windows (Лицензия № 60290784), бессрочная

Microsoft Office (Лицензия № 60127446), бессрочная

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

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

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

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

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

*Специализированная мебель:* столы ученические, стулья.

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

*Лицензионное программное обеспечение:*

Microsoft Windows (Лицензия № 60290784), бессрочная

Microsoft Office (Лицензия № 60127446), бессрочная

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

Calculate Linux (внесён в ЕРПП Приказом Минкомсвязи №665 от 30.11.2018-2020), бессрочная  
Google G Suite for Education (IC: 01i1p5u8), бессрочная  
Антивирус Касперского. Действует до 03.03.2025г. (Договор № 56/2023 от 25 января 2023г.)

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

1. ABBY FineReader (лицензия №FCRP-1100-1002-3937), бессрочная.
2. Calculate Linux (внесён в ЕРПП Приказом Минкомсвязи №665 от 30.11.2018-2020), бессрочная.
3. Google G Suite for Education (IC: 01i1p5u8), бессрочная.
4. Антивирус Касперского. Действует до 03.03.2025г. (Договор № 56/2023 от 25 января 2023г.)
5. Microsoft Office (лицензия №60127446), бессрочная.
6. Microsoft Windows (лицензия №60290784), бессрочная.

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

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

1. Федеральный портал «Российское образование»- <https://edu.ru/documents/>
2. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов (Единая коллекция ЦОР) – <http://school-collection.edu.ru/>
3. Базы данных Scopus издательства Elsevir <http://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>.

#### **Информационные справочные системы**

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

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

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

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



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

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

Материально-техническая база для реализации программы:

1. Мультимедийные средства:

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

2. Презентационное оборудование:

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

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

## 12. Лист регистрации изменений

Изменение	Дата и номер протокола ученого совета факультета/института, на котором были рассмотрены вопросы о необходимости внесения изменений в ОП ВО	Дата и номер протокола ученого совета Университета, на котором были утверждены изменения в ОП ВО	Дата введения изменений
Обновлены договоры на предоставление доступа к электронно-библиотечным системам: Электронно-библиотечная система ООО «Знаниум». Договор № 5184 ЭБС от 25.03.2021г. (срок действия с 30.03.2021 по 30.03.2022г.), Электронно-библиотечная система «Лань». Договор №СЭБ НВ-294 от 01.12.2020г. Бессрочный.			
<p>Переутверждена ОП ВО. Обновлены РПД, РПП, программы ГИА, календарный график учебного процесса.</p> <p>Обновлены договоры:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Антивирус Касперского. Действует до 03.03.2025г. (Договор № 56/2023 от 25 января 2023г.).</li> <li>2. Договор № 915 ЭБС ООО «Знаниум» от 12.05.2023г. Действует до 15.05.2024г.)</li> </ol>			

Решение кафедры: рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры: физики на 2023-2024 уч. год. Протокол № 8 от 30.06.2023 г.