

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Факультет математики и компьютерных наук

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе,  
качеству образования – первый  
проректор

Хагуров Т.А.

29 мая 2020 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**  
**Б1.О.25 УРАВНЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ**

Направление подготовки:	44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)
Направленность (профиль):	Математика, Информатика
Форма обучения:	очная
Квалификация:	бакалавр

Краснодар 2020

Рабочая программа дисциплины «Уравнения математической физики» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование

Программу составили:

О.В Засядко, доцент, канд. пед. наук, доцент кафедры \_\_\_\_\_

Рабочая программа дисциплины «Уравнения математической физики» утверждена на заседании

кафедры информационных образовательных технологий (ИОТ)

протокол № 11 «14» апреля 2020 г..

Заведующий кафедрой ИОТ Грушевский С.П.

\_\_\_\_\_

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры (выпускающей) информационных образовательных технологий

протокол № 11 «14» апреля 2020 г.

Заведующий кафедрой ИОТ Грушевский С.П.

\_\_\_\_\_

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета математики и компьютерных наук

протокол № 2 «30» апреля 2020 г.

Председатель УМК факультета Шмалько С.П.

\_\_\_\_\_

Рецензенты:

Левкина Т.А., исполнительный директор Н (Ч)ОУ СОШ «КМШ»

Барсукова В.Ю., кандидат физ.-мат. наук, доцент,  
зав. кафедрой функ. анализа и алгебры КубГУ

## Цели и задачи изучения дисциплины

### 1.1 Цель дисциплины:

Познакомить студентов с идеями и методами математической физики, привить им навыки работы с математической и физической литературой, опыт решения физических задач с использованием математических методов, понимание связи свойств математических объектов со свойствами реальных физических систем.

Целью освоения учебной дисциплины «Уравнения математической физики» является приобретение практических навыков использования методов анализа уравнений в частных производных.

### 1.2 Задачи дисциплины:

актуализация и развитие умений решать и анализировать основные уравнения математической физики, их классификация и постановка основных краевых задач;

–научить выбирать подходящие качественные, количественные и численные методы для решения работ с возникающими в теоретической

–научить работать с математическими объектами, правильно ставить математические задачи при анализе физических систем;

–научить строить математические модели классического и современного типа;

–научить применять различные аналитические методы решения: интегральных преобразований, теории потенциала, построение фундаментальных решений, а также формулировка в замкнутом виде решений для областей канонической формы;

–научить применять различные численные методы для решения задач с использованием современных ЭВМ и прикладных программ и различных языков программирования.

### 1.3 Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина входит в обязательную часть Б1 учебного плана, Б1.О.25 Обязательные дисциплины.

### 1.4 Требования к уровню освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций: ОПК-8, ПКО-6

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	в результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	ладеть навыками
	ПК8	способен осуществлять педагогическую деятельность на основе специальных научных знаний	классификацию уравнений частных производных; постановку задач математической физики	приводить к каноническому виду уравнения частных производных; решать типовые задачи	методами решения уравнений математической физики; математическим аппара-

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть навыками
			и; типы и методы решений математической физики.	равнений математической физики; - решать задачи о собственных значениях; использовать математический язык и математическую символику при решении практических задач;	ом, необходимым для изучения других фундаментальных дисциплин, лектурсов, а также для работы с современной научной технической литературой;
	КО-6	способен поддерживать самостоятельность, инициативность обучающихся, способствовать развитию их творческих способностей в рамках учебно-исследовательской деятельности	постановку основных задач математической физики; типы и методы решений уравнений математической физики.	использовать систему знаний дисциплины для адекватного моделирования различных процессов; использовать математические методы и модели при решении профессиональных задач.	методами построения математической модели типовых профессиональных задач и содержательной интерпретации полученных результатов

## 2. Структура и содержание дисциплины

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач.ед. (108 часов), их распределение по видам работ представлено в

вид учебной работы	всего часов	семестры			
контактная работа, в том числе:					
аудиторные занятия (всего)	4,3	4,3			
занятия лекционного типа	6	6			
лабораторные занятия					
занятия семинарского типа (семинары, прак-	6	6			

ические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия)						
ная контактная работа:		3	3			
онтроль самостоятельной работы (КСР)						
ромежуточная аттестация (ИКР)						
амостоятельная работа, в том числе:						
одготовка к текущему контролю		8	8			
онтроль:						
одготовка к экзамену		5,7	5,7			
бщая трудоемкость	ас	08	08			
	том числе контактная работа	4,3	4,3			
	ч. ед.					

## 2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы дисциплины, изучаемые в 6 семестре (для студентов ОФО)

З-ла	наименование разделов	количество часов			
		всего	аудиторная работа		самостоятельная работа
			л	р	
1	классификация и анализ линейных уравнений				
2	равнения теплопроводности				
3	Методы решения уравнения струны				
4	равнения Лапласа				
	того по дисциплине:				

## 2.3 Содержание разделов дисциплины:

№ раздела	наименование раздела	содержание раздела	форма текущего контроля
1.	классификация и анализ линейных уравнений	классификация уравнений в частных производных второго порядка. Классификация уравнений с двумя независимыми переменными. Приведение	защита лабораторной работы, промежуточное

№ раздела	наименование раздела	содержание раздела	форма текущего контроля
		уравнения с двумя независимыми переменными к каноническому виду. Дальнейшее упрощение уравнения с постоянными коэффициентами. Классификация уравнений в случае многих независимых переменных.	эстетирование
2.	Уравнения теплопроводности	процессы тепломассопереноса. Малые продольные колебания упругого стержня. Распространение электрических возмущений вдоль линии передач. Малые поперечные колебания другой мембраны. Малые колебания гидродинамике и акустике. Уравнения электромагнитного поля. Задачи электростатики.	защита лабораторной работы, промежуточное эстетирование
3.	Методы решения уравнения струны	общая схема метода разделения переменных. Постановка начально-краевых задач. Полные и замкнутые системы функций. Общая схема метода разделения переменных для однородного уравнения. Задача Штурма – Лавилля и основные свойства ее решения. Метод разделения переменных для неоднородного уравнения. Неоднородные граничные условия. Эллиптическое уравнение, разложение по собственным функциям.	защита лабораторной работы, промежуточное эстетирование. коллоквиум
4.	уравнения Лапласа	краевые задачи для уравнения Лапласа. Гармонические функции. Фундаментальное решение уравнения Лапласа. Формула Грина. Внутренние краевые задачи для уравнения Лапласа. Внешние краевые задачи. Функция Грина для оператора Лапласа. Гармонические потенциалы.	защита лабораторной работы, промежуточное эстетирование.

### 2.3.1 Занятия лекционного типа

	наименование раздела	содержание раздела	форма текущего контроля
--	----------------------	--------------------	-------------------------

1	Введение. Основные приемы уравнений математической физики.	Практическое применение уравнений математической физики для описания закономерностей различных физических явлений. Основные этапы исторического развития математической физики.	Этот опрос, промежуточное тестирование
2	Классификация уравнений частными производными второго порядка и приведение их к каноническому виду простейшие примеры основных типов уравнений с частными производными второго порядка	Понятие характеристической формы и классификация линейных уравнений второго порядка: эллиптического, гиперболического и параболического типов. Уравнение смешанного типа. Характеристические линии и характеристические направления. Уравнения Лапласа, волновое уравнение, уравнение теплопроводности. Задача Коши. Теорема Коши-Ковалевской	Этот опрос, промежуточное тестирование
3	Простейшие задачи, приводящие к уравнениям параболического типа. Уравнение продольных колебаний стержней и струн. Теорема существования и единственности решения	Постановка краевых задач. Уравнение малых поперечных колебаний струны. Краевые и начальные условия. Задача Коши для волнового уравнения и распространение волн в неограниченном пространстве. Формула Даламбера. Физическая интерпретация	Этот опрос, промежуточное тестирование
4	Методы решения краевых задач. Метод разделения переменных. Однородные уравнения	Собственные значения и собственные функции задачи Дирихле-Лиувилля. Общая первая краевая задача. Краевые задачи со стационарными неоднородностями. Общая схема метода разделения переменных. Решение обобщенных линейных уравнений гиперболического типа	Этот опрос, промежуточное тестирование. Аллоквиум
5	Простейшие задачи, приводящие к уравнениям параболического типа. Метод разделения переменных	Постановка краевых задач. Краевая задача о распространении тепла Принцип максимального значения. Теорема	Этот опрос, промежуточное тестирование

	нных.	инственности. однородная краевая задача.	
6	Общая первая краевая задача . дача на бесконечной ямой.	ункция источника Неодно- дное уравнение теплопро- дности. Функция источника я неограниченной	стный опрос, омежуточное стирование
7	равнения эллиптическо- типа	дачи, приводящие к уравне- ю Лапласа. равнения Лапласа и Пуассо- . Постанов-ка основных кра- ых задач. Уравнение Лапла- в криволинейной системе ординат. Фундаментальные шения уравнения Лапласа. рмонические функции и алитические функции ком- ексного переменного Фор- улы Грина. Интегральное едставление решения	стный опрос, омежуточное стирование
8	шение краевых задач я простейших областей етодами разделения пе- менных.	рвая краевая задача для кру- (внешняя и внутренняя за- чи Дирихле).	стный опрос, омежуточное стирование

### 2.3.2 Занятия лабораторного типа

	одержание раздела	орма текущего нтроля
1	лассификация уравнений с частными производными риведение к каноническому виду линейных уравне- й с частными производными второго порядка с дву- и независимыми переменными риведение к каноническому виду линейных уравне- й с частными производными второго порядка с тре- и независимыми переменными. риведение к каноническому виду и проделать даль- йшее упрощение.	роверка домаш- го задания, за- ята лаборатор- й работы.
2	становка задачи для уравнения теплопроводности. етод разделения переменных. Однородная краевая дача. еоднородное уравнение теплопроводности с одно- дными граничными условиями. равнение теплопроводности с неоднородными гра- чными условиями.	роверка домаш- го задания, омежуточное стирование

	задача Коши для однородного уравнения теплопроводности. задача Коши для однородного уравнения теплопроводности.	
	Методы решения уравнения струны общая схема метода разделения переменных. Решение линейных уравнений гиперболического типа	проверка домашнего задания,
	Уравнения Лапласа первая краевая задача для круга (внешняя и внутренняя задачи Дирихле).	проверка домашнего задания, домашнее задание

### 2.3.3. Практические занятия

Практические занятия - не предусмотрены

### 2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы не предусмотрены

### 2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

наименование раздела	перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
классификация и анализ линейных уравнений теплопроводности методы решения уравнения струны уравнения Лапласа	Владимиров В. С. Уравнения математической физики учебник для студентов вузов / В. С. Владимиров, В. В. Маринов. - Изд. 2-е, стер. - М. : Физматлит, 2008. - 399 с. ISBN 9785922103107. Емельянов В. М. Уравнения математической физики : практикум по решению задач : учебное пособие для студентов вузов / В. М. Емельянов, Е. А. Рыбакина. - СПб. др.] : Лань, 2008. - 213 с. : ил. - (Учебники для вузов. специальная литература). - ISBN 9785811408634 . <a href="http://eqworld.ipmnet.ru/ru/methods/meth-pde.htm">http://eqworld.ipmnet.ru/ru/methods/meth-pde.htm</a> Учебно-образовательная физико-математическая библиотека, держащая DjVu- и PDF-файлы учебников по теме: уравнения математической физики <a href="http://www.biblioclub.ru">http://www.biblioclub.ru</a> Электронная библиотечная система «Университетская библиотека-online»

1.

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

### 3. Образовательные технологии

При изучении данного курса используются традиционные лекции и практические занятия.

Цель практических занятий – научить студента применять полученные на лекциях теоретические знания к решению и исследованию конкретных задач. В каждом семестре проводятся контрольные работы для проверки усвоения материала студентами.

Самостоятельная работа студентов является неотъемлемой частью процесса подготовки. Под самостоятельной работой понимается часть учебной планируемой работы, которая выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Самостоятельная работа направлена на усвоение системы научных и профессиональных знаний, формирования умений и навыков, приобретение опыта самостоятельной творческой деятельности. СРС помогает формировать культуру мышления студентов, расширять познавательную деятельность.

Виды самостоятельной работы по курсу:

а) по целям: подготовка к лекциям, к практическим занятиям, к контрольной работе, к коллоквиуму; подготовка научного доклада и выполнение заданий по НИР.

б) по характеру работы: изучение литературы, конспекта лекций; поиск литературы в библиотеке; конспектирование рекомендуемой для самостоятельного изучения научной литературы; решение задач, тестов; работа с обучающими и контролирующими программами.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

### 4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

#### 4.1. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля

Образец Л.Р. 2. Решение уравнения теплопроводности методом Фурье.

Задача 1. Дано неоднородное уравнение теплопроводности

$$\frac{\partial u}{\partial t} = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + F(x, t)$$

и искомой функцией  $u=u(x, t)$ ,  $0 \leq x \leq \ell$  **Ошибка! Закладка не определена.**,  $0 \leq t \leq t_0$ , с начальным условием  $u(x, 0)$

и неоднородными граничными уравнениями одного из 3-х типов:

$$1). \begin{cases} u(0, t) = f_1(t) \\ u(\ell, t) = f_2(t) \end{cases} \quad 2). \begin{cases} \frac{\partial u}{\partial x}(0, t) = f_1(t) \\ u(\ell, t) = f_2(t) \end{cases} \quad 3). \begin{cases} u(0, t) = f_1(t) \\ \frac{\partial u}{\partial x}(\ell, t) = f_2(t) \end{cases}$$

Замена для 1):  $W = \frac{x}{\ell} f_2 + \frac{\ell - x}{\ell} f_1$ ,

Замена для 2):  $W = (x - \ell) f_2 + f_1$ ,

Замена для 3):  $W = x f_2 + f_1$

Заменой  $u(x, t) = V(x, t) + W$ , где  $W = W(x, t)$  удовлетворяет граничным условиям, свести задачу к однородным граничным условиям. Решить эту задачу с помощью ряда Фурье для  $V(x, t)$  по собственным функциям соответствующей задачи Штурма-Лиувилля.

Задача 2. Вычислить 6 первых собственных чисел задачи Штурма-Лиувилля. В момент времени  $t=t_0$  вычислить 6 первых коэффициентов ряда Фурье функции  $V(x, t)$ . В момент времени  $t=t_0$  по первым 6 слагаемым ряда вычислить решение исходной краевой задачи  $u(x, t)$  в 4-х точках: при  $x=0$ ,  $x=\ell/3$ ,  $x=2\ell/3$ ,  $x=\ell$ .

Условие ГР

$F(x, t)$	$f_1(t)$	$f_2(t)$	$u(x, 0)$
$0 \leq x \leq L, t_0, \text{ № гран. условия}$			

#### 4.2. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вопросы к экзамену

1. Понятие дифференциальных уравнений в частных производных и его решения.
2. Понятие характеристической формы и классификация линейных уравнений 2-го порядка (гиперболического, эллиптического, параболического).
3. Приведение к каноническому виду уравнений 2-го порядка с двумя переменными.
4. Простейшие задачи, приводящие к уравнениям гиперболического типа (колебание струны, распространение звука, распространение волн).
5. Уравнение малых поперечных колебаний струны.

6. Уравнение продольных колебаний струны (стержня).
7. Граничные и начальные условия (3 типа).
8. Теорема единственности решения для гиперболического типа.
9. Формула Даламбера. (Решение задачи Коши для гиперболического типа)
10. Устойчивость решения.
11. Метод разделения переменных для уравнения свободных колебаний струны (метод Фурье).
12. Интерпретация решения для волнового уравнения.
13. Простейшие задачи, приводящие к уравнению параболического типа (уравнение теплопроводности, диффузионные процессы).
14. Линейная задача о распространении тепла (уравнение теплопроводности)
15. Постановка краевой задачи для уравнения теплопроводности.
16. Принцип максимального значения для уравнения теплопроводности.
17. Теорема единственности для параболического типа.
18. Метод разделения переменных для уравнения теплопроводности.
19. Однородная краевая задача.
20. Функция источника для уравнения теплопроводности.
21. Неоднородное уравнение теплопроводности и его решение.
22. Общая (первая) краевая задача для уравнения теплопроводности (уравнение и граничные условия неоднородные).
23. Распространение тепла на бесконечной прямой (задача Коши).
24. Уравнения эллиптического типа. Задачи, приводящие к уравнениям Лапласа.
25. Уравнения Лапласа в криволинейной системе координат (3 вида: в сферической, полярной, цилиндрической).
26. Фундаментальные решения уравнения Лапласа.
27. Гармонические функции. Общие свойства функций.
28. Первая и вторая формулы Грина.
29. Основная формула Грина.
30. Внешние краевые задачи для уравнений эллиптического типа.
31. Решение краевых задач для простейших областей методом разделения переменных.

## Образцы билетов и экзаменационных задач

### Билет № 1

1. Классификация дифференциальных уравнений с частными производными второго порядка. Приведение к каноническому виду уравнений в частных производных второго порядка.
2. Поставить краевую задачу:  
Упругий стержень переменного сечения  $S(x)$ , концы которого упруго закреплены (коэффициент упругого закрепления  $k$ ), совершает свободные малые про-

дольные колебания, вызванные некоторым начальным возмущением. Плотность массы равна  $\rho(x)$ , модуль упругости –  $E(x)$ .

ФОС по дисциплине/модулю или практике оформлен как отдельное приложение к рабочей программе.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

## 5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

### 5.1 Основная литература:

1. Владимиров В. С. Уравнения математической физики : учебник для студентов вузов / В. С. Владимиров, В. В. Жаринов. - Изд. 2-е, стер. - М. : Физматлит, 2008. - 399 с. - ISBN 9785922103107.

2. Уравнения математической физики : учебное пособие / В.В. Лесин.- Москва: КУРС: ИНФРА-М, 2017. - 240 с. - Текст : электронный. - URL: <http://znanium.com/catalog/product/961832>

3. Нелинейные уравнения математической физики и механики. Методы решения [Электронный ресурс] : учебник и практикум для академического бакалавриата / А. Д. Полянин, В. Ф. Зайцев, А. И. Журов. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : Юрайт, 2018. - 256 с. - <https://biblio-online.ru/book/BA8375FD-BC61-4F27-98E2-27AF3AFDF2E4>.

## 5.2 Дополнительная литература:

1. Емельянов, В.М. Уравнения математической физики. Практикум по решению задач : учебное пособие / В.М. Емельянов, Е.А. Рыбакина. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 216 с. — ISBN 978-5-8114-0863-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/71748> (дата обращения: 08.09.2019).
2. Сабитов, К.Б. Уравнения математической физики : учебник / К.Б. Сабитов. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2013. — 352 с. — ISBN 978-5-9221-1483-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/59660> (дата обращения: 08.09.2019)
3. Фомина Н.И., Цалюк М.В. Уравнения математической физики. Учебное пособие.-Краснодар. 2008. 114 с.
4. Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики. М: Наука, 1997.
5. Будаков Б.Н., Самарский А.А., Тихонов А.Н. Сборник задач по математической физики. М.: Наука, 1980.
6. Кошляков Н.С., Глинер Э.Б., Смирнов М.М. Уравнения математической физики. М: Высш.шк. 1970.
7. Карпук А.А., Жевнфк Р.М. Сборник задач по специальным главам высшей математики. Минск. 2006.
8. Бицадзе А.В. Уравнения математической физики. М: Наука, 1982.

6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

## Электронная библиотека КубГУ

### 7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Самостоятельная работа студентов заключается как в более углубленном изучении теоретических вопросов по приведенной литературе, так и в решении задач с целью закрепления полученных знаний на лекциях и практических занятиях. В каче-

стве задачников используются учебники и задачники, рекомендованные Министерством образования Российской Федерации в качестве учебников для высших учебных заведений .

№	Раздел, тема	Содержание самостоятельной работы студента	кол-во часов	Форма контроля
	Классификация и анализ линейных уравнений	Изучение теоретического материала по конспектам лекций и по основным источникам литературы. Выполнение практических домашних заданий.		теоретический прос на лабораторных занятиях проверка домашних заданий на лабораторных занятиях
	Уравнения теплопроводности	Изучение теоретического материала по конспектам лекций и по основным источникам литературы. Выполнение практических домашних заданий.		теоретический прос на лабораторных занятиях проверка домашних заданий на практических занятиях
	Методы решения уравнения струны	Изучение теоретического материала по конспектам лекций и по основным источникам литературы. Выполнение практических домашних заданий.		теоретический прос на лабораторных занятиях проверка домашних заданий на лабораторных занятиях
	Уравнения Лапласа	Изучение теоретического материала по конспектам лекций и по основным источникам литературы. Выполнение практических домашних заданий.		теоретический прос на лабораторных занятиях проверка домашних заданий на лабораторных занятиях
	Разделы 1 – 4.	подготовка к экзамену		
		того	8	

Индивидуальные задания предполагают самостоятельную работу с ППП MathCAD, MATLAB.

**Пример индивидуального задания.** Написать программу для решения краевой задачи, возникающей при решении задачи. Решить задачу используя классические и численные методы.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Мультимедийные лекции; интерактивные тестовые технологии; интерактивная доска; использование компьютерных программ при выполнении заданий на лабораторных занятиях.

8.1 Перечень необходимого программного обеспечения

1. Операционная система MS Windows.
2. ППП MathCAD, MATLAB
4. Программное обеспечение для организации управляемого коллективного и безопасного доступа в Интернет

8.2 Перечень необходимых информационных справочных систем

1. <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/metho ds/meth-pde.htm> Учебно-образовательная физико-математическая библиотека, содержащая DjVu- и PDF-файлы учебников по теме: Уравнения математической физики
2. <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/solutio ns/lpde.htm> Учебно-образовательная физико-математическая библиотека, содержащая DjVu- и PDF-файлы учебников по теме: Уравнения математической физики
3. <http://www.biblioclub.ru> Электронная библиотечная система «Университетская библиотека-online».

8.3 Перечень информационных справочных систем:

1. Электронная библиотека КубГУ Модуль АИБС «МегаПро»
2. Электронно-библиотечная система Лань

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Освоение дисциплины производится на базе обычных учебных аудиторий КубГУ для проведения практических занятий и лабораторных занятий с использованием интерактивного оборудования.

9.1. Материально-техническая база, необходимая для осуществления инклюзивного образовательного процесса

е	ид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
	екционные занятия	екционная аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и соответствующим программным обеспечением (ПО). Ауд. 303Н

лабораторные занятия	учебная аудитория ауд. 316Н
регулярный контроль, промежуточная аттестация	учебная аудитория ауд. 308Н
самостоятельная работа	кабинет для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета. Ауд. 305Н