

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.

27 мая 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.О.26 УРАВНЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ

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

Краснодар 2022

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 № 10 «19» апреля 2022 г..

Заведующий кафедрой ИОТ Грушевский С.П.



Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры (выпускающей) информационных образовательных технологий протокол № 10 «19» апреля 2022 г.

Заведующий кафедрой ИОТ Грушевский С.П.



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета математики и компьютерных наук протокол № 5 «05» мая 2022 г.

Председатель УМК факультета Шмалько С.П.



Рецензенты:

Добровольская Н.Ю., канд. пед. наук, доцент,
доцент кафедры информационных технологий ФКТиПМ КубГУ

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

1. Цели и задачи дисциплины.

1.1 Цель освоения 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.26 Обязательные дисциплины. В соответствии с рабочим учебным планом дисциплина изучается на 3 курсе по очной форме обучения. Вид промежуточной аттестации: экзамен.

Для изучения курса необходимо знание следующих курсов: математический анализ, алгебра и теория чисел, дифференциальные уравнения, физика.

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся профессиональных компетенций:

Код и наименование индикатора* достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине (знает, умеет, владеет (навыки и/или опыт деятельности))
ОПК-8 Способен осуществлять педагогическую деятельность на основе специальных научных знаний	
ИОПКБ-8.1. Демонстрирует специальные научные знания в т.ч. в предметной области	ИОПКБ-8.1. 3-1. Знает историю, закономерности и принципы построения и функционирования образовательных (педагогических) систем, роль и место образования в жизни личности и общества.
	ИОПКБ-8.1. 3-2. Знает основные положения теории проектирования педагогической деятельности, образовательного процесса и дидактических систем
ПКО-6 Способен поддерживать самостоятельность, инициативность обучающихся, способствовать развитию их творческих способностей в рамках учебно-исследовательской деятельности	
ИПКОБ -6.2 Организует различные виды творческой деятельности обучающихся при обучении математике и информатике; мотивирует обучающихся к учебно-исследовательской работе по математике и информатике	ИПКОБ – 6.2 Знает различные виды творческой деятельности обучающихся при обучении математике и информатике
	ИПКОБ -6.2 Умеет мотивировать обучающихся к учебно-исследовательской работе по математике и информатике

Код и наименование индикатора* достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине (знает, умеет, владеет (навыки и/или опыт деятельности))

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

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 таблице

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры			
			6			
Контактная работа, в том числе:						
Аудиторные занятия (всего)		58,3	58,3			
Занятия лекционного типа		28	28			
Лабораторные занятия						
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия)		28	28			
Иная контактная работа:		0,3	0,3			
Контроль самостоятельной работы (КСР)						
Промежуточная аттестация (ИКР)		2	2			
Самостоятельная работа, в том числе:						
Подготовка к текущему контролю		14	14			
Контроль:						
Подготовка к экзамену		35,7	35,7			
Общая трудоёмкость	час	108	108			
	в том числе контактная работа	42,3	42,3			
	зач. ед.	3	3			

2.2 Содержание дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоёмкости по разделам дисциплины.

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 6 семестре (Зкурс) (ОФО)

№ раз-дела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Классификация и анализ линейных уравнений	14	4		4	2
2.	Уравнения теплопроводности	20	8		8	4
3.	Методы решения уравнения струны	20	8		8	4
4.	Уравнения Лапласа	16	8		8	4
	Итого по дисциплине:	70	28		28	14

2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины

2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1	Введение. Основные примеры уравнений математической физики.	Практическое применение уравнений математической физики для описания закономерностей различных физических явлений. Основные этапы исторического развития математической физики.	Устный опрос, промежуточное тестирование
2	Классификация уравнений с частными производными второго порядка и приведение их к каноническому виду Простейшие примеры трёх 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 кривые и характеристические направления. Уравнения Лапласа, волновое уравнение, уравнение теплопроводности. Задача Коши. Теорема Коши-Ковалевской	Устный опрос, промежуточное тестирование
3	Простейшие задачи, приводящие к уравнениям гиперболического типа.. Уравнение продольных колебаний стержней и струн. Теорема существования и единственности решения	. Постановка краевых задач. Уравнение малых поперечных колебаний струны. Граничные и начальные условия Задача Коши для волнового уравнения и распространение волн в неограниченном пространстве. Формула Даламбера. Физическая интерпретация	Устный опрос, промежуточное тестирование
4	Методы решения краевых задач. Метод разделения переменных. Неоднородные уравнения	Собственные значения и собственные функции задачи Штурма-Лиувилля. Общая первая краевая задача. Краевые задачи со стационарными неоднородностями. Общая схема метода разделения переменных. Решение общих линейных уравнений гиперболического типа	Устный опрос, промежуточное тестирование . Коллоквиум
5	. Простейшие задачи, приводящие к уравнениям параболического типа. Метод разделения переменных.	Постановка краевых задач. Линейная задача о распространении тепла Принцип максимального значения. Теорема единственности. Однородная краевая задача.	Устный опрос, промежуточное тестирование
6	. Общая первая краевая задача . Задача на бесконечной прямой.	Функция источника Неоднородное уравнение теплопроводности. Функция источника для неограниченной	Устный опрос, промежуточное тестирование
7	Уравнения эллиптического типа	Задачи, приводящие к уравнению Лапласа. Уравнения Лапласа и Пуассона. Постановка основных краевых задач. Уравнение Лапласа в криволинейной системе координат. Фундаментальные решения уравнения Лапласа. Гармонические функции и аналитические функции комплексного переменного Формулы Грина. Интегральное представление решения	Устный опрос, промежуточное тестирование
8	Решение краевых задач для простейших областей методами разделения переменных.	Первая краевая задача для круга (внешняя и внутренняя задачи Дирихле).	Устный опрос, промежуточное тестирование

2.3.2 Занятия семинарского типа (практические / семинарские занятия/ лабораторные работы)

№	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3

1	Классификация уравнений с частными производными Приведение к каноническому виду линейных уравнений с частными производными второго порядка с двумя независимыми переменными Приведение к каноническому виду линейных уравнений с частными производными второго порядка с тремя независимыми переменными. Приведение к каноническому виду и проделать дальнейшее упрощение.	Проверка домашнего задания, защита лабораторной работы.
2	Постановка задачи для уравнения теплопроводности. Метод разделения переменных. Однородная краевая задача. Неоднородное уравнение теплопроводности с однородными граничными условиями. Уравнение теплопроводности с неоднородными граничными условиями. Задача Коши для однородного уравнения теплопроводности. Задача Коши для неоднородного уравнения теплопроводности.	Проверка домашнего задания, промежуточное тестирование
3	Методы решения уравнения струны Общая схема метода разделения переменных. Решение общих линейных уравнений гиперболического типа	Проверка домашнего задания,
4	Уравнения Лапласа Первая краевая задача для круга (внешняя и внутренняя задачи Дирихле).	Проверка домашнего задания, промежуточное тестирование

При изучении дисциплины могут применяться электронное обучение, дистанционные образовательные технологии в соответствии с ФГОС ВО.

2.3.3. 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
1	2	3
	Классификация и анализ линейных уравнений Уравнения теплопроводности Методы решения уравнения струны Уравнения Лапласа	<p>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.</p> <p>2. Емельянов В. М. Уравнения математической физики : практикум по решению задач : учебное пособие для студентов вузов / В. М. Емельянов, Е. А. Рыбакина. - СПб. [и др.] : Лань, 2008. - 213 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 9785811408634 .</p> <p>3. Методические указания для подготовки к занятиям лекционного и семинарского типа. Утверждены на заседании Совета факультета математики и компьютерных наук ФГБОУ ВО «КубГУ». Протокол № 5 от 05 мая 2022 г.</p> <p>4. Методические указания по выполнению самостоятельной работы обучающихся. Утверждены на заседании Совета факультета математики и компьютерных наук ФГБОУ ВО «КубГУ». Протокол № 5 от 05 мая 2022 г.</p> <p>5. http://eqworld.ipmnet.ru/ru/methods/meth-pde.htm Учебно-образовательная физико-математическая библиотека, содержащая DjVu- и PDF-файлы учебников по теме: Уравнения математической физики</p> <p>6. http://www.biblioclub.ru Электронная библиотечная система «Университетская библиотека-online»</p>

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, применяемые при освоении дисциплины (модуля)

В ходе изучения дисциплины предусмотрено использование следующих образовательных технологий: лекции, практические занятия, проблемное обучение, модульная технология, подготовка письменных аналитических работ, самостоятельная работа студентов.

Компетентностный подход в рамках преподавания дисциплины реализуется в использовании интерактивных технологий и активных методов (проектных методик, мозгового штурма, разбора конкретных ситуаций, анализа педагогических задач, педагогического эксперимента, иных форм) в сочетании с внеаудиторной работой.

Информационные технологии, применяемые при изучении дисциплины: использование информационных ресурсов, доступных в информационно-телекоммуникационной сети Интернет.

Адаптивные образовательные технологии, применяемые при изучении дисциплины – для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «Уравнения математической физики».

Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения **текущего контроля** в форме тестовых заданий, доклада-презентации по проблемным вопросам, разноуровневых заданий, типовых заданий и **промежуточной аттестации** в форме вопросов и заданий к экзамену.

Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

№ п/п	Код и наименование индикатора (в соответствии с п. 1.4)	Результаты обучения (в соответствии с п. 1.4)	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	ИОПКБ-8.1. Демонстрирует специальные научные знания в т.ч. в предметной области	ИОПКБ-8.1. 3-1. Знает историю, закономерности и принципы построения и функционирования образовательных (педагогических) систем, роль и место образования в жизни личности и общества.	Контрольная работа №1- по теме, разделу Рабочая тетрадь Лабораторная работа	Вопрос на экзамене
		ИОПКБ-8.1. 3-2. Знает основные положения теории проектирования педагогической деятельности, образовательного процесса и дидактических систем	Вопросы для устного (письменного) опроса по теме, разделу	Вопрос на экзамене

2	ИПКОБ -6.2 Организует различные виды творческой деятельности обучающихся при обучении математике и информатике; мотивирует обучающихся к учебно-исследовательской работе по математике и информатике	ИПКОБ – 6.2 Знает различные виды творческой деятельности обучающихся при обучении математике и информатике	Контрольная работа №2- по теме, разделу Тест по теме, разделу Лабораторная работа	Вопрос на экзамене
		ИПКОБ -6.2 Умеет мотивировать обучающихся к учебно-исследовательской работе по математике и информатике	Вопросы для устного (письменного) опроса по теме, разделу	Вопрос на экзамене

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

Примерный перечень вопросов и заданий

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

Зачетно-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации (экзамен)

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 продольные колебания,

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

Критерии оценивания результатов обучения

Оценка	Критерии оценивания по экзамену
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

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 Учебная литература:

1. Емельянов, В. М. Уравнения математической физики. Практикум по решению задач : учебное пособие для вузов / В. М. Емельянов, Е. А. Рыбакина. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 216 с. — ISBN 978-5-8114-7173-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/156410> (дата обращения: 18.05.2022)
2. 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.
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>.

Дополнительная литература:

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

5.2. Периодическая литература

5.3. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Электронно-библиотечные системы (ЭБС):

1. ЭБС «ЮРАЙТ» <https://urait.ru/>
2. ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН» www.biblioclub.ru
3. ЭБС «BOOK.ru» <https://www.book.ru>
4. ЭБС «ZNANIUM.COM» www.znanium.com
5. ЭБС «ЛАНЬ» <https://e.lanbook.com>

Профессиональные базы данных:

1. Web of Science (WoS) <http://webofscience.com/>
2. Scopus <http://www.scopus.com/>
3. ScienceDirect www.sciencedirect.com
4. Журналы издательства Wiley <https://onlinelibrary.wiley.com/>
5. Научная электронная библиотека (НЭБ) <http://www.elibrary.ru/>

6. Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН <http://archive.neicon.ru>
7. Национальная электронная библиотека (доступ к Электронной библиотеке диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ) <https://rusneb.ru/>
8. Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина <https://www.prilib.ru/>
9. Электронная коллекция Оксфордского Российского Фонда <https://ebookcentral.proquest.com/lib/kubanstate/home.action>
10. Springer Journals <https://link.springer.com/>
11. Nature Journals <https://www.nature.com/siteindex/index.html>
12. Springer Nature Protocols and Methods <https://experiments.springernature.com/sources/springer-protocols>
13. Springer Materials <http://materials.springer.com/>
14. zbMath <https://zbmath.org/>
15. Nano Database <https://nano.nature.com/>
16. Springer eBooks: <https://link.springer.com/>
17. "Лекториум ТВ" <http://www.lektorium.tv/>
18. Университетская информационная система РОССИЯ <http://uisrussia.msu.ru>

Информационные справочные системы:

1. Консультант Плюс - справочная правовая система (доступ по локальной сети с компьютеров библиотеки)

Ресурсы свободного доступа:

1. Американская патентная база данных <http://www.uspto.gov/patft/>
2. Полные тексты канадских диссертаций <http://www.nlc-bnc.ca/thesescanada/>
3. КиберЛенинка (<http://cyberleninka.ru/>);
4. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации <https://www.minobrnauki.gov.ru/>;
5. Федеральный портал "Российское образование" <http://www.edu.ru/>;
6. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" <http://window.edu.ru/>;
7. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru/> .
8. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (<http://fcior.edu.ru/>);
9. Проект Государственного института русского языка имени А.С. Пушкина "Образование на русском" <https://pushkininstitute.ru/>;
10. Справочно-информационный портал "Русский язык" <http://gramota.ru/>;
11. Служба тематических толковых словарей <http://www.glossary.ru/>;
12. Словари и энциклопедии <http://dic.academic.ru/>;
13. Образовательный портал "Учеба" <http://www.ucheba.com/>;
14. Законопроект "Об образовании в Российской Федерации". Вопросы и ответы http://xn--273--84d1f.xn--plai/voprosy_i_otvety

Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы КубГУ:

1. Среда модульного динамического обучения <http://moodle.kubsu.ru>
2. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций <http://mschool.kubsu.ru/>
3. Библиотека информационных ресурсов кафедры информационных образовательных технологий <http://mschool.kubsu.ru/>;
4. Электронный архив документов КубГУ <http://docspace.kubsu.ru/>

5. Электронные образовательные ресурсы кафедры информационных систем и технологий в образовании КубГУ и научно-методического журнала "ШКОЛЬНЫЕ ГОДЫ"
<http://icdau.kubsu.ru/>

6. 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 качестве задачник-ков 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
1.	Классификация и анализ линейных уравнений	Изучение теоретического материала по конспектам лекций и по основным источникам литературы. Выполнение практических домашних заданий.	6	Теоретический опрос на лабораторных занятиях Проверка домашних заданий на лабораторных занятиях
2.	Уравнения теплопроводности	Изучение теоретического материала по конспектам лекций и по основным источникам литературы. Выполнение практических домашних заданий.	8	Теоретический опрос на лабораторных занятиях Проверка домашних заданий на практических занятиях
3.	Методы решения уравнения струны	Изучение теоретического материала по конспектам лекций и по основным источникам литературы. Выполнение практических домашних заданий.	8	Теоретический опрос на лабораторных занятиях Проверка домашних заданий на лабораторных занятиях
4	Уравнения Лапласа	Изучение теоретического материала по конспектам лекций и по основным источникам литературы. Выполнение практических домашних заданий.	8	Теоретический опрос на лабораторных занятиях Проверка домашних заданий на лабораторных занятиях
5	Разделы 1 – 4.	Подготовка к экзамену		
		Итого	30	

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.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между

преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

7. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)

По всем видам учебной деятельности в рамках дисциплины используются аудитории, кабинеты и лаборатории, оснащенные необходимым специализированным и лабораторным оборудованием.

Наименование специальных помещений	Оснащенность специальных помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	MS Windows, ППП MathCAD, MATLAB
Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер Оборудование:	MS Windows, ППП MathCAD, MATLAB
Учебные аудитории для проведения лабораторных работ. Лаборатория...	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер Оборудование:	MS Windows, ППП MathCAD, MATLAB

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся	Перечень лицензионного программного обеспечения
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	MS Windows, ППП MathCAD, MATLAB
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд.305н)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	MS Windows, ППП MathCAD, MATLAB