

Министерство образования и науки 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

Подпись

Иванов А.Г.

июля 2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.07 УРАВНЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ

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

Краснодар 2016

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 (с двумя профилями подготовки).

Программу составил(и):

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



Рабочая программа дисциплины «Уравнения математической физики» утверждена на заседании кафедры информационных образовательных технологий

протокол № 10 от 7 июня 2016 г.

Заведующий кафедрой (разработчика) Грушевский С.П.



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

протокол № 10 от 7 июня 2016 г.

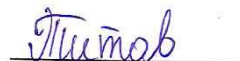
Заведующий кафедрой (выпускающей) Грушевский С.П.



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

протокол № 3 от 20 июня 2016 г..

Председатель УМК факультета Титов Г.Н.



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

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 Б1.В Вариативная часть. Б1.В.07 Обязательные дисциплины учебного плана.

1.4 Требования к уровню освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций: ОК3, ПК1

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть навыками
1.	ОК3	способностью использовать естественнонаучные и математические знания для ориентации в современном инфор-	классификацию уравнений в частных производных; - постановку задач мате-	-приводить к каноническому виду уравнения в частных производных; - решать ти-	- методами решения уравнений математической физики; - математи-

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть навыками
		материальном пространстве	математической физики; - типы и методы решений уравнений математической физики.	повые задачи уравнений математической физики; - решать задачи о собственных значениях; - использовать математический язык и математическую символику при решении практических задач;	математическим аппаратом, необходимым для изучения других фундаментальных дисциплин, спецкурсов, а также для работы с современной научно-технической литературой;
2	ПК1	готовностью реализовывать образовательные программы по учебным предметам в соответствии с требованиями образовательных стандартов	- постановку задач математической физики; - типы и методы решений уравнений математической физики.	использовать систему знаний дисциплины для адекватного математического моделирования различных процессов; - использовать математические методы и модели при решении профессиональных задач.	методами построения математической модели типовых профессиональных задач и со-держательной 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			
			6			
Контактная работа, в том числе:						
Аудиторные занятия (всего)		32	32			
Занятия лекционного типа		16	16			
Лабораторные занятия						
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия)		16	16			
Иная контактная работа:		0,3	0,3			
Контроль самостоятельной работы (КСР)						
Промежуточная аттестация (ИКР)		2	2			
Самостоятельная работа, в том числе:		29	29			
Подготовка к текущему контролю		29	29			
Контроль:						
Подготовка к экзамену		44,7	44,7			
Общая трудоемкость	час	108	108			
	в том числе контактная работа	34,3	34,3			
	зач. ед.	3	3			

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

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

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Самостоятельная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3				7
1	Классификация и анализ линейных уравнений	15	4		4	7
2	Уравнения теплопроводности	18	6		4	7
3	Методы решения уравнения струны	16	4		4	7
4	Уравнения Лапласа	14	2		4	8
	Итого по дисциплине:	63	16		16	29

2.3 Содержание разделов дисциплины:

№ раз-дела	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Классификация и анализ линейных уравнений	Классификация уравнений в частных производных второго порядка. Классификация уравнений с двумя независимыми переменными. Приведение уравнения с двумя независимыми переменными к каноническому виду. Дальнейшее упрощение уравнения с постоянными коэффициентами. Классификация уравнений в случае многих независимых переменных.	Защита лабораторной работы, промежуточное тестирование
2.	Уравнения теплопроводности	Процессы тепломассопереноса. Малые продольные колебания упругого стержня. Распространение электрических возмущений вдоль линии передач. Малые поперечные колебания упругой мембраны. Малые колебания в гидродинамике и акустике. Уравнения электромагнитного поля. Задачи электростатики.	Защита лабораторной работы, промежуточное тестирование
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 – Лаувиля и основные свойства ее решения. Метод разделения переменных для неоднородного уравнения. Неоднородные граничные условия. Эллиптическое уравнение, разложение по собственным функциям.	Защита лабораторной работы, промежуточное тестирование. 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	Защита лабораторной работы, промежуточное тестирование.

№ раз- дела	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма те- кущего контроля
1	2	3	4
		оператора Лапласа. Гармонические потенциалы.	

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 лабораторного типа

№	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	3	4

	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.
	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 однородного уравнения теплопроводности.	Проверка домашнего задания, промежуточное тестирование
	Методы решения уравнения струны Общая схема метода разделения переменных. Решение общих линейных уравнений гиперболического типа	Проверка домашнего задания,
	Уравнения Лапласа Первая краевая задача для круга (внешняя и внутренняя задачи Дирихле).	Проверка домашнего задания, промежуточное тестирование

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
1	2	3
	Классификация и анализ линейных уравнений Уравнения теплопроводности	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. Емельянов В. М. Уравнения математической физи-

Методы решения уравнения струны Уравнения Лапласа	ки : 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 . 1 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 3 http://www.biblioclub.ru Электронная библиотечная система «Университетская библиотека-online»
--	--

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

Лекции: традиционное и проблемное изложение теоретического материала, текущий устный опрос, коллоквиумы, использование интерактивных обучающих мультимедиа средств; лабораторные занятия: интерактивные методы решения задач, использование наглядных средств, контрольные работы; консультации, самостоятельная работа.

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.

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

Задача 1. Дано неоднородное уравнение теплопроводности 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): $W = (x - \ell) f_2 + f_1$ **Ошибка! Закладка не определена.**,

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

$F(x, t)$	$f_1(t)$	$f_2(t)$	$u(x, 0)$
$0 \leq x \leq L$ Ошибка! Закладка не определена. , t_0 , № гран. условия			

Ответ ТР

$f(x, t)$ для	V	и	$V(x, 0)$
6 первых собственных чисел			
6 первых коэфф. ряда Фурье			
$U(0, t_0)$	$U(L/3, t_0)$	$U(2L/3, t_0)$	$U(L, t_0)$

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

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 .

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. Полянин, А. Д. Уравнения и задачи математической физики в 2 ч часть 1 : справочник для академического бакалавриата / А. Д. Полянин. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 261 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-01644-4.
2. Фомина Н.И., Цалюк М.В. Уравнения математической физики. Учебное пособие.-Краснодар. 2008. 114 с.
3. Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики. М: Наука, 1997.
4. Будак Б.Н., Самарский А.А., Тихонов А.Н. Сборник задач по математической физики. М.: Наука, 1980.
5. Кошляков Н.С., Глинер Э.Б., Смирнов М.М. Уравнения математической физики. М: Высш.шк. 1970.
6. Карпук А.А., Жевнфк Р.М. Сборник задач по специальным главам высшей математики. Минск. 2006.
7. Бицадзе А.В. Уравнения математической физики. М: Наука, 1982.

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

1. 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 качестве 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
---	--------------	--	--------------	----------------

1.	Классификация и анализ линейных уравнений	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
2.	Уравнения теплопроводности	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 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.	4	Теоретический опрос на лабораторных занятиях Проверка домашних заданий на лабораторных занятиях
5	Разделы 1 – 4.	Подготовка к экзамену	3	
		Итого	29	

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/methods/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/solutions/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

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
	Лекционные занятия	Лекционная аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и соответствующим программным обеспечением (ПО).
	Лабораторные занятия	Учебная аудитория
	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Учебная аудитория

	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.
--	------------------------	--

С целью обеспечения инклюзивного обучения инвалидов и лиц с ОВЗ используется созданная без барьерная архитектурная среда, учитывающая потребности инвалидов и лиц с ОВЗ с учетом различных нозологий и обеспечивающая возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения.