

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Факультет физико-технический

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе,
качеству образования, первый
проректор

_____ А. Хагуров
« 25 » _____ 2023 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
Б1.В.ДВ.01.02.01 Уравнения математической физики

Направление подготовки/специальность 09.03.02 Информационные системы и технологии

Направленность (профиль)/ специализация Аналитические информационные системы

Форма обучения очная

Квалификация бакалавр

Краснодар 2023

Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.01.02.01 Уравнения математической физики составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки/ специальности 09.03.02 Информационные системы и технологии

Программу составил (и):

К.А. Лебедев проф. кафедры теор. физики и комп. технологий / кандидат физ.-мат. наук



Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.01.02.01 Уравнения математической физики утверждена на заседании кафедры теоретической физики и компьютерных технологий

протокол № от «12» апреля 2023 г.

Заведующий кафедрой (выпускающей) Лебедев К.А.



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии физико-технического факультета

протокол № от « » апреля 2023 г.

Председатель УМК факультета Богатов Н.М.



Рецензенты:

М.С. Коваленко, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры физики и информационных систем

Л.Р. Григорян, генеральный директор ООО НПФ «Мезон» кандидат физико-математических наук

1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля)

1.1 Цель освоения дисциплины

Изучение математических моделей различных физических явлений. Значительная часть математических моделей, изучаемых в традиционном (классическом) курсе математической физики, сводится к краевым задачам для линейных дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка, среди которых особо важны три: волновое уравнение, уравнение теплопроводности и уравнение Лапласа.

1.2 Задачи дисциплины

1) изучить (математическая постановка задачи, проблема существования и единственности решения, типичные аналитические методы исследования, отыскание общих и частных решений задач) и практическое освоение методов решения базовых задач математической физики на примере уравнений гиперболического, параболического и эллиптического типов;

2) научить классифицировать линейные дифференциальные уравнения в частных производных и приводить уравнения к канонической форме, формулировать краевые и начальные условия;

3) овладеть основными методами аналитического решения краевых и нестационарных задач для линейных дифференциальных уравнений в частных производных для функций многих переменных.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Учебная дисциплина «Уравнения математической физики» входит в базовую часть цикла общепрофессиональных дисциплин базового учебного плана по направлению подготовки бакалавриата 09.03.02 Информационные системы и технологии.

Для успешного изучения дисциплины необходимо знание основ линейной алгебры, математического анализа, векторного и тензорного анализ, теории обыкновенных дифференциальных уравнений и теории функций комплексной переменной в объеме курсов университета .

Место курса в подготовке выпускника определяется выдающейся ролью методов и идей уравнений математической физики в формировании специалиста по любой области знаний, серьезно использующей математику; кроме того, многие дискретные, "конечные" модели, задачи и алгоритмы, характерные для данной специальности, имеют своим источником, прообразом или предельным случаем ту или иную бесконечномерную ситуацию, а потому требуют свободного владения идеями и подходами, выработанными в математической физике. Данный курс наиболее тесно связан с теорией дифференциальных уравнений, поскольку большинство уравнений математической физики сводятся тем или иным способом к обыкновенным дифференциальным уравнениям.

Необходимым требованием к «входным» знаниям, умениям и опыту деятельности обучающегося при освоении данной дисциплины, приобретенным в результате изучения предшествующих дисциплин, является освоения курсов математического анализа, алгебры и аналитической геометрии и дифференциальных уравнений, в объеме, предусмотренном для соответствующего направления.

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

Программа определяет общий объем знаний, позволяющий сформировать у студента целостное представление об основных моделях и методах математической физики, обеспечивающих широкий спектр их применений. Вместе с тем, изложение ряда разделов курса неизбежно имеет, в основном, информационный характер. В результате изучения дисциплины студент должен

– знать значение основных теорем теории уравнений математической физики (теоремы существования и единственности решения задач Коши основных типов, начально-краевых

задач основных типов, теоремы о непрерывной зависимости решения задач Коши от начальных данных и параметров), представлять специфику задач решаемых с помощью уравнений математической физики;– уметь находить решения: общие для основных типов дифференциальных уравнений с частными производными второго порядка, задач Коши для уравнений параболического и гиперболического типов, начально-краевых задач для уравнений параболического и гиперболического типов в ограниченных областях, внешних и внутренних краевых задач для уравнений эллиптического типа, уметь доказывать изучаемые теоремы;

– владеть основными методами решения начальных и краевых задач для уравнений математической физики и быть способным перевести конкретную прикладную задачу на язык дифференциальных уравнений с частными производными или интегральных уравнений и определить пути ее решения.

Требования к уровню освоения содержания курса определяются вышесказанным, содержание курса должно быть усвоено настолько глубоко и основательно, чтобы обеспечить потребности смежных курсов, а также активное владение методами математической физики, которые могут встретиться в дальнейшей практической работе выпускника.

Изучение данной учебной дисциплины направлено на овладение обучающимся следующими компетенциями:

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

ОПК-1 **Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности**

Знать ИОПК-1.1 (06.016 А/30.6 Зн.3) Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их при анализе предметной области ИОПК-1.2 (40.001 А/02.5 Зн.2) Отечественный и международный опыт в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности

Уметь ИОПК-1.4 (06.016 А/30.6 У.1) Использовать существующие типовые решения и шаблоны при анализе входных данных

Владеть ИОПК-1.7 (40.001 А/02.5 Тд.2) Проведение наблюдений и измерений, составление их описаний и формулировка выводов ИОПК-1.8 (40.001 А/02.5 Др.2 Тд.) Деятельность, направленная на решение задач аналитического характера, предполагающих выбор и многообразие актуальных способов решения задач, с использованием фундаментальных знаний, полученных в области математических и (или) естественных наук

ОПК-3 **Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности**

Знать ИОПК-3.1 (06.016 А/30.6 Зн.3) Цели и задачи проводимых исследований и разработок, методы математического моделирования для решения задач в области профессиональной деятельности ИОПК-3.2 (40.001 А/02.5 Зн.1) Цели и задачи проводимых исследований и разработок, методы математического моделирования для решения задач в области профессиональной деятельности ИОПК-3.3 (40.001 А/02.5 Зн.2) Отечественный и международный опыт в соответствующей области исследований, методы математического моделирования для решения задач в области профессиональной деятельности.

Уметь ИОПК-3.5 (06.016 А/30.6 У.1) Анализировать входные данные, способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в

Владеть	области профессиональной деятельности ИОПК-3.6 (40.001 А/02.5 У.3) Применять методы проведения экспериментов, математическое моделирование для решения задач в области профессиональной деятельности ИОПК-3.9 (40.001 А/02.5 Тд.1) Проведение экспериментов с использованием методов математического моделирования в соответствии с установленными полномочиями ИОПК-3.10 (40.001 А/02.5 Тд.2) Проведение наблюдений и измерений, составление их описаний и формулировка выводов, с применением математических моделей ИОПК-3.11 (40.001 А/02.5 Др.2 Тд.) Деятельность, направленная на решении задач аналитического характера, предполагающих выбор и многообразие актуальных способов решения задач на основе методов математического моделирования
ПК-2	Способен активно участвовать в исследовании новых математических моделей в естественных науках
Знать	ИПК-2.1 (06.016 А/30.6 Зн.3) Предметная область и методы математического моделирования в естественных науках ИПК-2.2 (40.001 А/02.5 Зн.1) Цели и задачи проводимых исследований и разработок в естественных науках ИПК-2.3 (40.001 А/02.5 Зн.2) Отечественный и международный опыт в исследовании математических моделей в естественных науках ИПК-2.4 (40.001 А/02.5 Зн.4) Методы проведения экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки информации в исследовании новых математических моделей в естественных науках
Уметь	ИПК-2.6 (06.016 А/30.6 У.1) Анализировать входные данные при проведении исследований математических моделей в естественных науках
Владеть	ИПК-2.8 (06.001 Д/03.06 Тд.2) Проектирование структур данных при разработке и проведении исследований новых математических моделей в естественных науках ИПК-2.10 (40.001 А/02.5 Тд.2) Проведение наблюдений и измерений, составление их описаний и формулировка выводов при проведении исследований математических моделей в естественных науках ИПК-2.11 (40.001 А/02.5 Др.2 Тд.) Деятельность, направленная на решение задач аналитического характера, предполагающих выбор и многообразие актуальных способов решения задач, разработки новых математических моделей в естественных науках

Процесс освоения дисциплины «Уравнения математической физики» направлен на получения необходимого объёма знаний, отвечающих требованиям ФГОС ВО и обеспечивающих успешное ведение бакалавром производственной и научно исследовательской деятельности, владение методикой формулирования и решения прикладных задач, а также на выработку умений применять на практике методы прикладной математики и информатики. Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утверждённым учебным планом. Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обу

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 ____ зачетных единиц (____ часов), их распределение по видам работ представлено в таблице

Виды работ	Всего часов	Форма обучения			
		очная		очно-заочная	заочная
		5 семестр (часы)	X семестр (часы)	X семестр (часы)	X курс (часы)
Контактная работа, в том числе:		55			
Аудиторные занятия (всего):					
занятия лекционного типа		16			
лабораторные занятия					
практические занятия		32			
семинарские занятия					
Зачет		7			
Иная контактная работа:					
Контроль самостоятельной работы (КСР)					
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,2			
Самостоятельная работа, в том числе:		16,8			
Курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)					
Контрольная работа					
Расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)					
Реферат/эссе (подготовка)					
Самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.)		16			
Подготовка к текущему контролю					
Контроль:					
Подготовка к экзамену					
Общая трудоемкость	час.	72			
	в том числе контактная работа	55			
	зач. ед	2			

2.2 Содержание дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины. Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 5 семестре (очная форма обучения)

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1.	Постановка и классификация задач математической физики	14	4	8		2
2.	Уравнения различных типов. Основные задачи и методы их решения	14	4	8		4
3.	Вариационные методы в математической физике	14	4	8		2
4.	Обзор пройденного материала и приём зачёта	14	4	8		2
	ИТОГО по разделам дисциплины	72	16	32		14

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины

2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1.	Постановка и классификация задач математической физики	Предмет и задачи математической физике, ее место в естествознании. Обыкновенные дифференциальные уравнения. Постановка задач. Задача Коши и краевые задачи. Вывод стационарного уравнения теплопроводности. Уравнения в частных производных. Вывод основных канонических уравнений математической физики из законов естествознания: теплопроводности, волнового уравнения, эллиптического уравнения. Начальные и граничные условия. Аналитическое и численное решение. Среда mathCAD и Comsol . Классификация уравнений второго порядка, линейных относительно старших производных. Характеристики. Приведение уравнений к каноническому виду. Корректность постановки задач математической физики. Пример Адамара. Понятие обобщённых решений задач математической физики и пространства Соболева.	Опрос по результатам выполнения домашних и самостоятельных работ
2.	Уравнения параболического типа. Основные задачи и методы их решения	Начально-краевые задачи для уравнения теплопроводности. Метод Фурье решения краевых задач. Численный метод решения. Явная и неявные разностные схемы. Среда mathCAD и Comsol . Аппроксимация, устойчивость и сходимость разностной схемы. Принцип максимума. Теоремы единственности, устойчивости. Существование решения. Задача Коши для уравнения теплопроводности. Теоремы единственности, устойчивости. Фундаментальное решение. Интеграл Пуассона. δ -функция Дирака. Задачи на полупрямой. Метод функций Грина.	Опрос по результатам выполнения домашних и самостоятельных работ
3.	Уравнения гиперболического типа. Основные задачи и методы их решения	Задача Коши для волнового уравнения. Формула Даламбера. Существование, единственность, устойчивость решения. Обобщённое решение. Задача Штурма–Лиувилля. Метод разделения переменных (Фурье). Решение задач на полупрямой. Численные методы решения. Среда mathCAD и Comsol . Аппроксимация, устойчивость и сходимость разностной схемы. Формулы Пуассона и Кирхгофа. Корректность постановки задачи Коши для волнового уравнения. Задача Коши для неоднородного уравнения. Краевые задачи для волнового уравнения. Формулы Грина. Теоремы единственности, устойчивости. Теоремы существования. Решение неоднородных задач методом Фурье. Функции Бесселя. Задача о колебании круглой мембраны.	Опрос по результатам выполнения домашних и самостоятельных работ
4.	Уравнения эллиптического типа. Основные задачи. Теория потенциала	Общие свойства гармонических функций. Принцип максимума для гармонических функций. Оператор Лапласа в криволинейных координатах. Фундаментальное решение уравнения Лапласа (в пространстве, на плоскости). Краевые задачи для уравнений Лапласа и Пуассона. Среда mathCAD и Comsol . Аппроксимация, устойчивость и сходимость разностной схемы. Теоремы	Опрос по результатам выполнения домашних и самостоятельных работ

		единственности Функции Грина задачи Дирихле. Интегральные уравнения. Теория потенциала. Сведение краевых задач к интегральным уравнениям. Существование решения. Метод разделения переменных решения краевых задач в простейших областях.	
5.	Вариационные методы в математической физике	Основные понятия вариационного исчисления: постановка задачи, уравнение Эйлера-Лагранжа Экстремумы функционалов. Вариация функционала. Вариационные задачи в математической физике. Вариационная задача для интеграла энергии.	Опрос по результатам выполнения домашних и самостоятельных работ
6.	Применение интегральных преобразований к решению задач математической физики	Преобразование Лапласа. Преобразования Фурье (экспоненциальное, sin-, cos- преобразования, конечные. Преобразования Бесселя, Меллина. Примеры применения интегральных преобразований к решению задач математической физики.	Опрос по результатам выполнения домашних и самостоятельных работ

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

1. Будак Б.М., Самарский А.А., Тихонов А.Н. Сборник задач по математической физике; 2. Евдокимов А.А., Павлова А.В., Рубцов С.Е. Уравнения математической физики. Методические указания; 3. Алтунин К.К. Методы математической физики; Павлова А.В., Рубцов С.Е., Смирнова А.В. Применение интегральных преобразований к решению задач для уравнений в частных производных. Методические указания.

№	Наименование раздела (темы)	Тематика занятий/работ	Форма текущего контроля
1.	Раздел 1.	Уравнения в частных производных, порядок, линейность, однородность, примеры. Вывод уравнения малых поперечных колебаний струны и малых продольных колебаний стержня, интегральный закон сохранения количества движения. Начальные и граничные условия. Постановка задач. №№ 11, 15, 12, 16, 18, 20, 22 (1, глава 2), 1–4 стр. 8 (2) Вывод уравнения теплопроводности, интегральный закон сохранения энергии. Вывод уравнения диффузии, интегральный закон сохранения количества вещества. Начальные и граничные условия. Постановка задач. Вывод уравнений гидродинамики и акустики. Уравнения установившихся процессов. Граничные условия. Постановка задач. 3, 7, 12 (1, глава 3), 3, 4, 6, 7 (1, глава 4), 6–9 стр. 9 (2).	Решение задач
2.	Раздел 2.	Классификация уравнений 2-го порядка многих переменных. Классификация уравнений 2-го порядка с двумя независимыми переменными, характеристическое уравнение и характеристики. Приведение уравнений с двумя независимыми переменными к каноническому виду (уравнения с постоянными коэффициентами). Приведение уравнений с двумя независимыми переменными к каноническому виду (уравнения с переменными коэффициентами). Приведение уравнений с двумя независимыми переменными к простейшему виду 24–27 (1, глава 1), 28, 29, 2, 4,5 (1, глава 1), 1–9 (2), 6–11 (1, глава 1), 1,5,7 стр. 13 (2), 12–16 (1, глава 1), 7,9, 14–25 (2)	Решение задач
3.	Раздел 3.	Начально-краевые задачи для уравнения теплопроводности. Метод Фурье решения краевых задач. Численный метод решения. Явная и неявные разностные схемы. Среда mathCAD и Comsol . Задача Коши для уравнения теплопроводности.	Решение задач
4.	Раздел 4.	Задача Коши для волнового уравнения. Метод разделения переменных (Фурье). Решение задач на полупрямой. Численные	Решение задач

		методы решения. Среда mathCAD и Comsol Аппроксимация, устойчивость и сходимость разностной схемы. Формулы Пуассона и Кирхгофа. Задача Коши для неоднородного уравнения. Краевые задачи для волнового уравнения. Решение неоднородных задач методом.	
5.	Раздел 5.	Фундаментальное решение уравнения Лапласа (в пространстве, на плоскости). Краевые задачи для уравнений Лапласа и Пуассона. Среда mathCAD и Comsol . Аппроксимация, устойчивость и сходимость разностной схемы. Сведение краевых задач к интегральным уравнениям. Существование решения. Метод разделения переменных решения краевых задач в простейших областях.	Решение задач
6.	Раздел 6.	Задачи вариационного исчисления: постановка задачи, уравнение Эйлера-Лагранжа Экстремумы функционалов.	Решение задач
7.	Раздел 7.	Преобразование Лапласа. Преобразования Фурье (экспоненциальное, sin-, cos- преобразования, конечные. Преобразования Бесселя, Меллина. Примеры применения интегральных преобразований к решению задач математической физики.	Решение задач

Защита лабораторной работы (ЛР), выполнение курсового проекта (КП), курсовой работы (КР), расчетно-графического задания (РГЗ), написание реферата (Р), эссе (Э), коллоквиум (К), тестирование (Т) и т.д.

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

2.3.3 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Учебный план не предусматривает курсовых работ по дисциплине «Уравнения в частных производных»

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	Подготовка текущему контролю	1. Уравнения математической физики (электронный ресурс, среда модульного обучения http://moodle.kubsu.ru) 2. Методические указания по организации и выполнению самостоятельной работы, утвержденные на заседании кафедры математического моделирования факультета компьютерных технологий и прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол № 10 от 30.03.2018
2		1. Алтунин К.К. Методы математической физики. М.: Директ-Медиа, 2014. 123 с. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=240552 . 2. Карчевский М.М. Лекции по уравнениям математической физики
3		СПб.: Лань, 2016. 164 с. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/72982 . 3. Олейник О.А. Лекции об уравнениях с частными производными. М.: Изд-во "Лаборатория знаний", 2015. 263 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/70703 . 4. Петровский И.Г. Лекции об уравнениях с частными производными. М.: Физматлит, 2009. 404 с. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/59551 . 5. Ильин А.М. Уравнения математической физики М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. 192 с. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/2181 6. Тихонов А.Н., А.А. Самарский. Уравнения математической физики. М.: Изд-во МГУ, 2004. 798 с.

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,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

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,
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины (модуля)

.....
В соответствии с требованиями ФГОС в программа дисциплины «Уравнения математической физики» предусматривает использование в учебном процессе различных образовательных технологий: чтение лекций с использованием мультимедийных технологий; метод малых групп, разбор практических задач. Компьютерные технологии предоставляют средства разнопланового отображения алгоритмов и демонстрационного материала. Подход разбора конкретных ситуаций широко используется как преподавателем, так и бакалаврами во время лекций и анализа результатов самостоятельной работы. Это обусловлено тем, что в процессе моделирования часто встречаются задачи, для которых единых подходов не существует. При исследовании и решении каждой конкретной задачи имеется, как правило, несколько методов, а это требует разбора и оценки целой совокупности конкретных ситуаций. При обучении используются следующие образовательные технологии:

- Технология коммуникативного обучения – направлена на формирование коммуникативной способности самостоятельного решения задач и проблем,
- Технология разноуровневого (дифференцированного) обучения – предполагает осуществление познавательной деятельности студентов с учётом их индивидуальных способностей, возможностей и интересов, поощряя их реализовывать свой творческий потенциал.
- Метод модульного обучения – предусматривает деление содержания дисциплины на достаточно автономные разделы (модули), интегрированные в общий курс.
- Интернет-технологии – предоставляют широкие возможности для поиска информации, разработки научных проектов, ведения научных исследований, общего сайта.
-
- Методы обучения в сотрудничестве – реализует идею взаимного обучения, осуществляя как индивидуальную, так и коллективную ответственность за решение учебных задач.
- Методы развития критического мышления – способствует формированию разносторонней личности, способной критически относиться к информации, умению отбирать информацию для решения поставленной задачи.

Комплексное использование в учебном процессе всех вышеназванных технологий стимулируют личностную, интеллектуальную активность, развивают познавательные процессы, способствуют формированию компетенций, которыми должен обладать будущий специалист. Основные виды интерактивных образовательных технологий включают в себя:

- работа в малых группах (команде) - совместная деятельность студентов в группе под руководством лидера, направленная на решение общей задачи путём творческого сложения результатов индивидуальной работы членов команды с делением полномочий и ответственности;
- анализ конкретных ситуаций - анализ реальных проблемных ситуаций, имевших место в соответствующей области профессиональной деятельности, и поиск вариантов лучших решений;
- развитие критического мышления – образовательная деятельность, направленная на развитие у студентов разумного, рефлексивного мышления, способного выдвинуть новые идеи и увидеть новые возможности.

Подход разбора конкретных задач и ситуаций широко используется как преподавателем, так и студентами во время лекций, лабораторных занятий и анализа результатов самостоятельной работы. Это обусловлено тем, что при исследовании и решении каждой конкретной задачи имеется, как правило, несколько методов, а это требует разбора и оценки целой совокупности конкретных ситуаций.

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

7. 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 включают контрольные материалы для проведения текущего контроля в форме контрольных работ, зачетных заданий и промежуточной аттестации в форме заданий к зачету, вопросов к экзамену и примеров экзаменационных задач. Оценочные средства дисциплины состоит из средств текущего контроля (см. примерные варианты самостоятельных заданий, задач и вопросов) и промежуточной аттестации (зачета и экзамена). В качестве оценочных средств, используемых для текущего контроля успеваемости, предлагается перечень вопросов по разделам, которые прорабатываются в процессе освоения курса, а также варианты контрольных работ. Данный перечень охватывает все основные разделы курса, включая знания, получаемые во время самостоятельной работы. Аттестация по учебной дисциплине проводится в виде экзамена (5 семестр). Экзаменационный билет содержит два теоретических вопроса и задачу. Студент готовит ответы на билет в письменной форме в течение установленного времени. Далее экзамен протекает в форме собеседования.

Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

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

Примерное содержание контрольных работ

1. Контрольная №1 (Постановка задач математической физики).

Примерные задачи контрольной работы № 1

Вариант 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 – $E(x)$.

Вариант 2

Поставить краевую задачу:

Боковая поверхность стержня $0 \leq x \leq l$ теплоизолирована. Начальная температура стержня нулевая, один конец поддерживается при нулевой температуре, а другой теплоизолирован и с момента $t = 0$ действует распределенный внутренний источник тепла мощности $q(x)$.

Вариант 3

Поставить краевую задачу:

Боковая поверхность стержня теплоизолирована, а на концах происходит конвективный теплообмен со средами, температура которых u_1 и u_2 . Начальная температура стержня нулевая

2. Контрольная №2 (Приведение к каноническому и простейшему виду уравнений с двумя независимыми переменными).

Евдокимов А.А., Павлова А.В., Рубцов С.Е. Уравнения математической физики. Методические указания. №№ 9–25 стр. 14, 16–25 стр.15.

Примерные задачи контрольной работы № 2

Вариант 1

1. Привести к каноническому виду уравнения:

а) $\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - x \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = 0, x < 0;$

б) $x^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + 6xy \frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} - 7y^2 \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = 0.$

2. Привести к простейшему виду уравнение:

$$u''_{xx} + 4u''_{xy} + 4u''_{yy} + 3u'_x + 6u'_y = 0.$$

Вариант 2

1. Привести к каноническому виду уравнения:

а) $\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - x \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = 0, x > 0;$

б) $x \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + 2\sqrt{xy} \frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} + y \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{1}{2} \frac{\partial u}{\partial y} = 0.$

2. Привести к простейшему виду уравнение:

$$u''_{xx} + 2u''_{xy} + 5u''_{yy} + \frac{1}{2}u'_x + 2u'_y = 0.$$

Вариант 3

1. Привести к каноническому виду уравнения:

а) $x^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + 2xy \frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} + y^2 \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = 0.$

б) $x^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - y \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} - 2 \frac{\partial u}{\partial x} + u = 0, y < 0$

3. Контрольная №3 (Решение задачи Коши для уравнений гиперболического типа. Решение задачи Коши и задач на полупрямой для волнового уравнения).

Евдокимов А.А., Павлова А.В., Рубцов С.Е. Уравнения математической физики. Методические указания. №№ 2,6,7,9,10,12 стр. 18, 5,6,7,8 стр.22.

Примерные задачи контрольной работы № 3

Вариант 1

Найти решение задачи Коши:

а) $u''_{xx} - u''_{yy} - 12u''_{yy} = 0, |x| < \infty, y > 0; u|_{y=0} = e^x, u'_y|_{y=0} = 0.$

б) $u''_t = u''_{xx} + x \sin t, t > 0, |x| < \infty; u|_{t=0} = 3e^{-x}, u'_t|_{t=0} = \frac{1}{x+1}$

Решить начально-граничные задачи:

а) $u''_t = 9u''_{xx}, x > 0, t > 0, u(x,0) = x^2, u'_t(x,0) = x, u(0,t) = t^2.$

б) $4u''_t = u''_{xx} + 6xt, x > 0, t > 0, u(x,0) = \cos x, u'_t(x,0) = 0, u'_x(0,t) = \sin t$

Вариант 2

Найти решение задачи Коши

а) $u''_{xx} - 4u''_{yy} + 3u''_{yy} = 0, \quad |x| < \infty, \quad y > 0; \quad u|_{y=0} = 0, \quad u'_y|_{y=0} = \sin x.$

б) $u''_t = 9u''_{xx} + x^2 + t^2, \quad t > 0, \quad |x| < \infty; \quad u|_{t=0} = x^2 \sin x, \quad u'_t|_{t=0} = \cos 2x.$

Решить начально-граничные задачи:

а) $u''_{tt} = u''_{xx}, \quad x > 0, \quad t > 0, \quad u(x,0) = \sin x, \quad u'_t(x,0) = 1, \quad u'_x(0,t) = \cos t$

б) $u''_t = 9u''_{xx} + e^{-(x+t)}, \quad x > 0, \quad t > 0, \quad u(x,0) = 1 + x, \quad u'_t(x,0) = 1 - \cos x, \quad u(0,t) = \cos t$

4. Контрольная № 4 (Метод Фурье решения смешанных задач для уравнений гиперболического и параболического типов).

Евдокимов А.А., Павлова А.В., Рубцов С.Е. Уравнения математической физики. Методические указания. №№ 14,16 стр. 33, 19,21–23,26–29 стр.34.

Примерные задачи контрольной работы №4

Вариант 1

Решить смешанные задачи:

а) $u_{tt} = 36u_{xx}, t > 0, 0 < x < 1, \quad u(0,t) = 0, \quad u(1,t) = 0, \quad u(x,0) = 5 \sin \pi x, \quad u_t(x,0) = 0.$

б) $u_t = u_{xx} + u + xt(2-t), t > 0, 0 < x < \pi, \quad u_x(0,t) = t^2, \quad u_x(\pi,t) = t^2, \quad u(x,0) = \cos 2x.$

Вариант 2

Решить смешанные задачи:

а) $u_{tt} = 16u_{xx}, t > 0, 0 < x < 1, \quad u_x(0,t) = 0, \quad u(1,t) = 0,$

$u(x,0) = \cos \frac{3\pi}{2}x, \quad u_t(x,0) = \cos \frac{\pi}{2}x.$

б) $u_t = u_{xx} + u, t > 0, 0 < x < l, \quad u(0,t) = 0, \quad u(l,t) = 0, \quad u(x,0) = 1.$

Вариант 3

Решить смешанные задачи:

а) $u_{tt} = 4u_{xx} + t, t > 0, 0 < x < l, \quad u_x(0,t) = 0, \quad u_x(l,t) = t, \quad u(x,0) = 0, \quad u_t(x,0) = 0.$

б) $u_t = 9u_{xx} + 2u, t > 0, 0 < x < l, \quad u(0,t) = 0, \quad u(l,t) = 0, \quad u(x,0) = 1.$

Зачетно-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации (экзамен/зачет)

(Указать перечень вопросов и(или) заданий при промежуточной аттестации (зачет, экзамен и т.д.)

Примерный перечень вопросов, выносимых на экзамен

1. Понятие дифференциального уравнения с частными производными. Постановка задач математической физики. Типы краевых условий.
2. Корректность постановки задач математической физики. Пример Адамара.
3. Вывод уравнения колебания струны. Примеры других уравнений математической физики.
4. Вывод уравнения теплопроводности.
5. Вывод уравнений гидродинамики и акустики.
6. Классификация линейных дифференциальных уравнений второго порядка в частных производных (общий случай).
7. Классификация линейных дифференциальных уравнений второго порядка с двумя независимыми переменными. Характеристическая поверхность. Примеры характеристик.
8. Приведение к каноническому виду дифференциальных уравнений второго порядка с двумя независимыми переменными (гиперболического типа, параболического типа, эллиптического типа). Лемма о характеристиках
9. Решение задачи Коши для одномерного волнового уравнения. Формула Д'Аламбера
10. Существование, единственность и устойчивость решения задачи Коши для одномерного волнового уравнения. Обобщенное решение.
11. Решение краевых задач для одномерного волнового уравнения на полупрямой.
12. Решение задачи Коши для двухмерного и трехмерного волновых уравнений. Формула Пуассона. Физический смысл решения.
13. Решение задачи Коши для неоднородного волнового уравнения.
14. Единственность и устойчивость решения задачи Коши для волнового уравнения (трехмерный случай).
15. Метод Фурье решения смешанных задач для волнового уравнения (для однородных и неоднородных уравнений и граничных условий). Единственность решения.
16. Примеры решения смешанных задач (задача о колебаниях ограниченной струны, задача о колебаниях круглой мембраны)
17. Функции Бесселя. Свойства функций Бесселя.
18. Смешанные задачи для уравнения теплопроводности. Принцип максимума. Корректность постановки смешанных задач для уравнения теплопроводности.
19. Применение метода Фурье к решению смешанных задач для уравнения теплопроводности (однородного и неоднородного).
20. Решение задачи Коши для уравнения теплопроводности. Метод функций Грина.
21. Решение задачи о распространении тепла в трехмерном пространстве.
22. Основные типы краевых задач для уравнений эллиптического типа. Принцип максимума для гармонических функций. Формулы Грина.
23. Единственность решения краевых задач для уравнений эллиптического типа.
24. Функции Грина внутренних задач Дирихле и Неймана.
25. Применение метода функций Грина к решению краевых задач для уравнений эллиптического типа (решение внутренней задачи Дирихле для шара)
26. Неравенство Гарнака. Свойства гармонических функций (функции, гармонические

- во всем пространстве, теоремы о последовательностях гармонических функций).
27. Объемный и поверхностные потенциалы и их свойства.
28. Решение задач Дирихле и Неймана с помощью потенциалов.
29. Применение метода Фурье к решению краевых задач для уравнений эллиптического типа (решение внутренней задачи Дирихле для уравнения Лапласа в круге)
30. Интегральное преобразование Фурье (определение, свойства, пример применения преобразования Фурье к решению задач математической физики).
31. Интегральные преобразования на полупрямой (преобразование Лапласа, \sin , \cos преобразования Фурье, преобразование Ханкеля).
32. Вариация функционала. Экстремум функционала. Вариационные задачи в математической физике

Критерии оценивания результатов обучения

Оценка	Критерии оценивания по экзамену
<p>Высокий уровень «5» (отлично)</p>	<p>Оценка «отлично»:</p> <ul style="list-style-type: none"> – систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам дисциплины, а также по основным вопросам, выходящим за пределы учебной программы; – точное использование научной терминологии систематически грамотное и логически правильное изложение ответа на вопросы; – безупречное владение инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке и решении научных и практических задач; – выраженная способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы и нестандартные ситуации; – полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой по дисциплине; – умение ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку, используя научные достижения других дисциплин; – творческая самостоятельная работа на практических занятиях, активное участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий; – высокий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций..
<p>Средний уровень «4» (хорошо)</p>	<ul style="list-style-type: none"> – достаточно полные и систематизированные знания по дисциплине; – умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку; – использование научной терминологии, лингвистически и логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы; – владение инструментарием по дисциплине, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач; – усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой по дисциплине;

	<ul style="list-style-type: none"> – самостоятельная работа на практических занятиях, участие в групповых обсуждениях, средний уровень культуры исполнения заданий; – средний уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций.
<p style="text-align: center;">Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)</p>	<p>Оценка «удовлетворительно»:</p> <ul style="list-style-type: none"> – достаточный минимальный объем знаний по дисциплине; – усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой; – умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по дисциплине и давать им оценку; – использование научной терминологии, стилистическое и логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок; – владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении типовых задач; – умение под руководством преподавателя решать стандартные задачи; – работа под руководством преподавателя на практических занятиях, допустимый уровень культуры исполнения заданий; – достаточный минимальный уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций..
<p style="text-align: center;">Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)</p>	<p>Оценка «неудовлетворительно»:</p> <ul style="list-style-type: none"> – фрагментарные знания по дисциплине; – отказ от ответа; – знание отдельных источников, рекомендованных учебной программой по дисциплине; – неумение использовать научную терминологию; – наличие грубых ошибок; – низкий уровень культуры исполнения заданий; – низкий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций. <p>Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.</p> <ul style="list-style-type: none"> – 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 предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:
--	---

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 учебной литературы, информационных ресурсов и технологий

5.1. Учебная литература

1 Основная литература:

1. Тихонов А.Н., А.А. Самарский. Уравнения математической физики. М.: Изд-во МГУ, 2004. 798 с
2. Алтунин К.К. Методы математической физики. М.: Директ-Медиа, 2014. 123 с. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=240552>.
3. Карчевский М.М. Лекции по уравнениям математической физики. СПб.: Лань, 2016. 164 с. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/72982>.
5. Кудряшов С.Н. Основные методы решения практических задач в курсе «Уравнения математической физики» / С.Н. Кудряшов, Т.Н. Радченко. Ростов н/Д: Изд-во ЮФУ, 2011. 308 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=241103>.
6. Олейник О.А. Лекции об уравнениях с частными производными. М.: Изд-во "Лаборатория знаний", 2015. 263 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/70703>. Петровский И.Г. Лекции об уравнениях с частными

производными. М.: Физматлит, 2009. 404 с. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/59551>.

7. Будаков Б.М., Самарский А.А., Тихонов А.Н. Сборник задач по математической физике. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. 688 с. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/63669>.
8. Владимиров В.С., Жаринов В.В. Уравнения математической физики М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. 399 с.
9. Голоскоков, Д.П. Курс математической физики с использованием пакета MAPLE. СПб.: Лань, 2015. 575 с. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/67461>.
10. Деревич И.В. Практикум по уравнениям математической физики. СПб.: Лань, 2017. 428 с. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/95131>
11. Евдокимов А.А., Павлова А.В., Рубцов С.Е. Уравнения математической физики. Методические указания. Краснодар: Изд-во Кубанского государственного университета, 2002.
12. Павлова А.В., Рубцов С.Е., Смирнова А.В. Применение интегральных преобразований к решению задач для уравнений в частных производных. Методические указания. Краснодар: Изд-во Кубанского государственного университета, 2003.
13. Сборник задач по уравнениям математической физики / А.А. Вашарин [и др.]. М.: Физматлит, 2003. 288 с. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/59314>.
14. Свешников А.Г., Боголюбов А.Н., Кравцов В.В. Лекции по математической физике. М.: Изд-во МГУ, 2004. 416 с.
15. Ильин А.М. Уравнения математической физики М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. 192 с. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2181>

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья имеются издания в электронном виде в электронно-библиотечных системах. ...

5.2. Периодическая литература

1. Базы данных компании «Ист Вью» <http://dlib.eastview.com>
2. Электронная библиотека GREBENNIKON.RU <https://grebennikon.ru/>

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.prlib.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.uceba.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 (модуля)

При изучении курса «Уравнения математической физики» необходимо активизировать остаточные знания студентов по таким математическим дисциплинам, как математический анализ и дифференциальные уравнения..

При чтении лекционного курса представляется целесообразным обратить внимание на физические приложения излагаемых математических фактов и отметить тот факт, что курс

«Уравнения математической физики» по существу является первым курсом по математическому моделированию, читаемым студентам направления 01.03.02.

Чтобы изложение было понятным, следует акцентировать внимание не столько на формальных моментах доказательств, сколько на движущих ими идеях.

Необходимо отметить практическую значимость соответствующих проблем, обратить внимание на требования, предъявляемые к современному специалисту – прикладному математику, пояснить необходимость использования полученных знаний при изучении последующих специальных курсов.

Важнейшим этапом курса является самостоятельная работа по дисциплине. Перечень разделов для самостоятельного изучения приведен в разделе 2.5.

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.

При заполнении таблицы учитывать все виды занятий, предусмотренные учебным планом по данной дисциплине: лекции, занятия семинарского типа (практические занятия, лабораторные работы), а также курсовое проектирование, консультации, текущий контроль и промежуточную аттестацию.

При использовании лаборатории указать ее наименование «Лаборатория...».

Наименование специальных помещений	Оснащенность специальных помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения
Лекционные занятия	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	Mathcad, Comsol
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:	Mathcad, Comsol
Учебные аудитории для проведения лабораторных работ. Лаборатория...	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер Оборудование:	Mathcad, Comsol
Учебные аудитории для курсового проектирования (выполнения курсовых работ)	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер Оборудование:	Mathcad, Comsol

Компьютерная поддержка учебного процесса по направлению 03.03.02 Прикладная математика и информатика обеспечивается практически по всем дисциплинам. Факультет компьютерных технологий и прикладной математики, оснащён компьютер

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)	Mathcad, Comsol
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд. ___С)	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)	Mathcad, Comsol