

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  
Ивашко А.Г.  
подпись  
« 30 » \_\_\_\_\_ 2017г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**  
Б1.В.ДВ.01.02 Вычислительные алгоритмы и программы теории  
теплопроводности

Направление подготовки/  
специальность 02.04.01 Математика и компьютерные науки

Направленность (профиль) /  
специализация Вычислительная математика

Программа подготовки академическая

Форма обучения очная

Квалификация (степень) выпускника магистр

Краснодар 2017

Рабочая программа дисциплины Вычислительные алгоритмы и программы теории теплопроводности составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 02.04.01 Математика и компьютерные науки

Программу составил:

К.А. Лебедев, профессор, доктор физ.-матем.наук, доцент

И.О. Фамилия, должность, ученая степень, ученое звание

  
подпись

Рабочая программа дисциплины Вычислительные алгоритмы и программы теории теплопроводности утверждена на заседании кафедры вычислительной математики и информатики

протокол № 14 « 09 » июня 2017г.

Заведующий кафедрой (разработчика) Гайденко С.В.

фамилия, инициалы

  
подпись

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры вычислительной математики и информатики

протокол № 14 « 09 » июня 2017г.

Заведующий кафедрой (выпускающей) Гайденко С.В.

фамилия, инициалы

  
подпись

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

протокол № 3 « 20 » июня 2017г.

Председатель УМК факультета Титов Г.Н.

фамилия, инициалы



подпись

Рецензенты:

Профессор кафедры прикладной математики  
Кубанского государственного университета  
кандидат физико-математических наук доцент

Кармазин В.Н.

Доктор экономических наук, кандидат  
технических наук, профессор кафедры  
компьютерных технологий и систем КубГАУ

Луценко Е.В.

## 1. Цели и задачи изучения дисциплины

### 1.1 Цель дисциплины.

Ознакомление студентов с современными методами численного решения дифференциальных задач в частных производных. В курсе изучаются приближенные методы решения краевых задач для уравнений параболического типа в основном на примере уравнения теплопроводности. Задача обратной теплопроводности рассматривается в качестве примера некорректной задачи, на котором демонстрируются способы регуляризации неустойчивых задач.

### 1.2 Задачи дисциплины.

Показать приемы и методы построения дискретных аналогов нестационарных дифференциальных задач, разработать вычислительные алгоритмы решения дискретных задач, реализовать некоторые из этих алгоритмов в виде компьютерных программ на языках высокого уровня.

Воспитательная задача дисциплины состоит в демонстрации возможностей, доведенных до численного результата математических моделей, приводящих к дифференциальным уравнениям.

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

Дисциплина относится к вариативной части Блока 1 учебного плана. Для полноценного понимания курса «Вычислительные алгоритмы и программы теории теплопроводности» необходимы знания, умения и навыки, заложенные в курсах математического анализа, линейной алгебры, функционального анализа, дифференциальных уравнений, численных методов, компьютерных наук. Студенты должны быть готовы использовать полученные в этой области знания, как при изучении смежных дисциплин, так и в профессиональной деятельности.

### 1.4 Требования к уровню освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций: ОПК-2, ПК-4.

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1.	ОПК-2	способностью создавать и исследовать новые математические модели в естественных науках	основные идеи построения математической модели распространения тепла, физический смысл граничных условий в смешанных задачах теплопроводности.	исследовать математическую корректность дифференциальных задач теории теплопроводности	культурой мышления, а также методами и технологиями построения математических моделей физических процессов.

№ п.п.	Индекс компе- тенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
2.	ПК-4	способностью к применению методов математического и алгоритмического моделирования при решении теоретических и прикладных задач	определения классических и обобщенных решений краевых задач для уравнения параболического типа второго порядка.	строить дискретные аналогии дифференциальных задач для отыскания приближений как классических, так и обобщенных решений.	технологиями программирования математически сложных алгоритмов в современных программных комплексах

## 2. Структура и содержание дисциплины

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зачётных единицы (72 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице (для студентов ОФО).

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры (часы)			
		9			
<b>Контактная работа, в том числе:</b>					
<b>Аудиторные занятия (всего):</b>	<b>30</b>	<b>30</b>			
Занятия лекционного типа	14	14	-	-	-
Лабораторные занятия	-	-	-	-	-
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)	16	16	-	-	-
	-	-	-	-	-
<b>Иная контактная работа:</b>					
Контроль самостоятельной работы (КСР)	-	-			
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2	0,2			
<b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>					
<i>Курсовая работа</i>	-	-	-	-	-
<i>Проработка учебного (теоретического) материала</i>	16	16	-	-	-
<i>Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)</i>	16	16	-	-	-
<i>Реферат</i>	-	-	-	-	-
Подготовка к текущему контролю	9,8	9,8	-	-	-
<b>Контроль:</b>					
Подготовка к экзамену	-	-			
<b>Общая трудоёмкость</b>					
час.	<b>72</b>	<b>72</b>	-	-	-
<b>в том числе контактная работа</b>	<b>30,2</b>	<b>30,2</b>			
зач. ед	<b>2</b>	<b>2</b>			

## 2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов			
		Всего	Аудиторная работа		Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	
1	Математические модели распространения тепла и диффузии вещества.	8	2	2	4
2	Построение решений уравнения теплопроводности методом Фурье и методом теории потенциалов	20	4	6	10
3	Корректность постановок задач прямой теплопроводности и некорректность задачи обратной теплопроводности.	18	4	4	10
4	Разностные схемы аппроксимации дифференциальных задач теории теплопроводности.	14	2	2	10
5	Обобщенные решения смешанных задач для уравнения теплопроводности. Проекционные методы решения.	11,8	2	2	7,8
8	<i>Итого по дисциплине</i>	71,8	14	16	41,8

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

## 2.3 Содержание разделов дисциплины:

### 2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1.	Математические модели распространения тепла и диффузии вещества.	Вывод уравнения теплопроводности для стержня. Распространение тепла в трехмерном теле. Моделирование начальных и граничных условий. Задача Коши для уравнения теплопроводности. Сильный и слабый принцип максимума для уравнения теплопроводности. Единственность решения первой смешанной задачи, устойчивость по начальной и граничной функциям. Единственность решения задачи Коши в классе ограниченных функций.	Выступление с докладом, активное обсуждение всеми участниками семинаров технологии построения математической модели физического процесса.
2.	Построение решений уравнения теплопроводности методом Фурье и методом теории	Метод разделения переменных в смешанных задачах распространения тепла в ограниченной области. Спектральные свойства оператора Лапласа с граничными условиями смешанных типов. Представление рядом	Выступление с докладом по литературным источникам, активное участие всех участни-

	потенциалов	<p>Фурье решений задач распределения тепла в ограниченной области.</p> <p>Распространение тепла в неограниченном стержне. Преобразование Фурье и его обращение. Фундаментальное решение одномерного уравнения теплопроводности и формула Пуассона представления решения задачи Коши для однородного уравнения. Обобщение формулы Пуассона на многомерный случай и неоднородное уравнение теплопроводности.</p> <p>Формулы Грина для решения смешанных задач в цилиндрических областях.</p>	<p>ков семинаров в выводе и анализе формул решения дифференциальных задач теории теплопроводности.</p>
3.	Корректность постановок задач прямой теплопроводности и некорректность задачи обратной теплопроводности.	<p>Классические постановки смешанных задач для уравнения теплопроводности, устойчивость их решений. Задача обратной теплопроводности, пример решения, неустойчивого относительно начальной функции. Устойчивость решения задачи обратной теплопроводности при специальном выборе норм, а также при сужении класса начальных функций. Понятие квазирешения. Способы регуляризации некорректных задач.</p>	<p>Выступление с докладом по литературным источникам, активное участие всех участников семинаров в анализе устойчивости решений дифференциальных задач.</p>
4.	Разностные схемы аппроксимации дифференциальных задач теории теплопроводности.	<p>Явная и чисто неявная разностные схемы для уравнения теплопроводности. Понятия аппроксимации, устойчивости и сходимости разностных схем. Связь этих понятий для линейных разностных схем.</p> <p>Семейство шести точечных двухслойных разностных схем для одномерного уравнения теплопроводности. Анализ их устойчивости по спектральному признаку Неймана. Схема повышенного порядка точности.</p> <p>Разностные схемы расщепления для двумерного уравнения теплопроводности. Экономичные разностные схемы.</p> <p>Метод прямых аппроксимации уравнения теплопроводности. Продольная и поперечная схемы аппроксимации смешанных задач.</p>	<p>Защита индивидуального практического задания: каждый участник семинара в качестве домашнего задания реализует метод Фурье в декартовых или цилиндрических координатах для конкретной смешанной задачи.</p>
5.	Обобщенные решения смешанных задач для уравнения теплопроводности. Проекционные методы решения.	<p>Обобщенные производные и пространства С.Л. Соболева. Определения обобщенных решений традиционных смешанных задач для уравнения теплопроводности. Корректность задач в обобщенной постановке. Метод Галеркина построения дискретных аналогов нестационарных задач в обобщенной постановке. Численная реализация метода конечных элементов для одномерного и двумерного уравнения теплопроводности.</p>	<p>Выступление с докладом о конкретном методе, программная реализация вычислительного алгоритма данного метода.</p>

### 2.3.2 Занятия семинарского типа не предусмотрены.

### 2.3.3 Практические занятия

№	Наименование раздела	Тематика практических занятий	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Математические модели распространения тепла и диффузии вещества.	Функция температурного влияния мгновенного источника тепла: физическая постановка задачи, математическая модель сферически симметричного распространения тепла. Нахождение фундаментального решения трехмерного уравнения теплопроводности.	Работа студентов в аудитории и у доски под контролем преподавателя.
2	Построение решений уравнения теплопроводности методом Фурье и методом теории потенциалов	Схема метода Фурье для однородного и неоднородного уравнения теплопроводности при однородных граничных условиях. Сведение задачи с неоднородными граничными условиями к случаю однородных условий. Решение задач в случае одномерного уравнения теплопроводности. Проведение вычислительных экспериментов с помощью математических пакетов. Распространение тепла в неограниченном стержне. Вычисление приближенного решения задачи Коши, представленного формулой Пуассона. Алгоритмы приближенного интегрирования для однородного и неоднородного уравнения теплопроводности. Вычислительный эксперимент. Формулы Грина для решения смешанных задач, моделирующих распространение тепла в полуограниченном либо в ограниченном стержне. Вычислительный эксперимент.	Отчеты студентов по итогам вычислительных экспериментов.
3	Корректность постановок задач прямой теплопроводности и некорректность задачи обратной теплопроводности.	Вычислительные эксперименты поиска приближенных решений (квазирешений) смешанных задач обратной теплопроводности.	Отчеты студентов по итогам вычислительных экспериментов.
4	Разностные схемы аппроксимации дифференциальных задач теории теплопроводности.	Вычислительные эксперименты по решению одномерных смешанных задач схемой повышенного порядка точности. Вычислительные эксперименты по решению двумерных смешанных задач методом расщепления. Вычислительные эксперименты по решению одномерных смешанных задач методом прямых (продольная и попе-	Отчеты студентов по итогам вычислительных экспериментов.

		речная схемы).	
5	Обобщенные решения смешанных задач для уравнения теплопроводности. Проекционные методы решения.	Метод Галеркина построения дискретных аналогов смешанных задач для одно- и двумерного уравнения теплопроводности. Кусочно линейная аппроксимация по пространственным переменным. Явная и неявная схемы, сравнение результатов вычислительных экспериментов с традиционными сеточными методами.	Доклад о построении разностной схемы методом Галеркина с собственными функциями эллиптического оператора в качестве базисных. Отчеты студентов по итогам вычислительных экспериментов.

### 2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы не предусмотрены.

## 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	Изучение лекционного материала; Подготовка отчета по практической работе; Подготовка к зачету.	Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов утвержденные кафедрой вычислительной математики и информатики, протокол № 14 от 14.06.2017 г.

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 аудиофайла;
- 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 аудиофайла;
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

Подробные постановки задач для самостоятельной работы студенты получают в очном индивидуальном общении с преподавателем. Очные консультации не составляют проблемы: еженедельно преподаватель работает в аудитории со студентами в среднем по четыре часа.

Для лиц с ограниченными возможностями восприятия информации (нарушения зрения либо слуха, а также с нарушениями опорно-двигательного аппарата) возможна видео и аудио запись лекций: лектор имеет привычку все произнесенные слова

записывать на доске.

Список литературы приводится ниже. Помимо этого, автором данной рабочей программы написаны методические указания и конспект основной части лекций, которые представлены студентам в виде текстовых файлов.

### **3. Образовательные технологии.**

Интерактивные технологии в 10-м семестре предусмотрены во всех лабораторных занятиях в объеме 16 часов.

Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
Дискуссия на тему: «Физические законы теплообмена. Математические модели распространения тепла и диффузии вещества».	2
Дискуссия на тему: «Решение уравнения теплопроводности методом Фурье и методом теории потенциалов». Защита индивидуальных проектов.	2
Вычислительный эксперимент приближенного интегрирования задачи Коши для однородного и неоднородного уравнения теплопроводности с одной пространственной переменной.	2
Вычислительные эксперименты поиска приближенных решений (квазирешений) смешанных задач обратной теплопроводности.	2
Вычислительные эксперименты по решению одномерных смешанных задач схемой повышенного порядка точности.	2
Вычислительные эксперименты по решению двумерных смешанных задач методом расщепления.	2
Вычислительные эксперименты по решению одномерных смешанных задач теплопроводности методом прямых (продольная и поперечная схемы).	2
Защита индивидуальных проектов по построению дискретных аналогов смешанных задач для одно- и двумерного уравнения теплопроводности методом Галеркина.	2

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций со студентом при помощи электронной информационно-образовательной среды ВУЗа.

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

#### **4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущей аттестации**

Текущий контроль качества подготовки осуществляется путем проверки теоретических знаний и практических навыков посредством приема текущих семестровых заданий и практических работ. Непосредственно на практических занятиях студенты получают от преподавателя индивидуальное задание по конкретному численному методу, пишут программу, отлаживают и тестируют ее под контролем преподавателя. Большая часть практических заданий приходится на самостоятельную работу: изучение теоретического материала по конспектам докладов сокурсников и по основным источникам литературы, разработка алгоритма программной реализации метода, отладка программы на каком-либо языке высокого уровня (подбор тестовых примеров также входит в самостоятельную работу).

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

Процесс самостоятельной работы контролируется во время аудиторных занятий по качеству подготовленных докладов и по корректной работе созданных программных продуктов.

Оценочными средствами дисциплины являются средства текущего контроля (ответ у доски и отчеты по индивидуальным заданиям для практических работ), итоговая аттестация (зачет).

### **Теоретические вопросы к зачету**

1. Математическая модель распространения тепла в стержне и в пространственном теле.
2. Схема метода Фурье решения смешанных краевых задач для одномерного уравнения теплопроводности. Задача Штурма-Лиувилля.
3. Общая схема метода Фурье решения дифференциальных краевых задач в случае многих независимых переменных.
4. Вывод функции мгновенного точечного источника.
5. Формула Пуассона решения задачи Коши для уравнения теплопроводности.
6. Понятие классического решения дифференциальной задачи в частных производных.
7. Устойчивость по начальной и граничной функциям решения первой смешанной задачи для уравнения теплопроводности.
8. Пример, показывающий неустойчивость решения первой смешанной задачи для уравнения обратной теплопроводности.
9. Семейство двухслойных разностных схем для одномерного уравнения теплопроводности.
10. Продольная и поперечная схемы метода прямых приближенного решения смешанных задач для уравнения теплопроводности.
11. Разностные схемы расщепления.
12. Необходимость расширения понятия решения вследствие негладких данных либо наличия особых множеств в области определения решения.
13. Пространства С.Л. Соболева регулярных обобщенных функций.
14. Определение обобщенных решений в этих пространствах для уравнений параболического типа, естественность обобщенного решения в модели распространения тепла.
15. Метод Галеркина для нестационарных краевых задач
16. Базисные функции-крышки в пространствах С.Л.Соболева функций одного переменного, их аппроксимационные свойства.
17. Понятие о методе конечных элементов. Двумерные локальные кусочно-линейные базисные функции в пространствах С.Л.Соболева.
18. Построение разностных схем смешанных краевых задач для уравнения теплопроводности с прямоугольной областью задания пространственных переменных.

Оценка «**зачтено**» - выставляется студенту, показавшему знания базовых понятий и формулировок учебной программы дисциплины и умение применять их на практике при решении конкретных задач.

Оценка «**не зачтено**» - выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий дисциплины и не умеет использовать полученные знания при решении типовых практических задач.

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

#### **5.1 Основная литература:**

1. Ильин, А.М. Уравнения математической физики учебное пособие / А.М. Ильин. М.: Физматлит, 2009. — 192 с. <https://e.lanbook.com/book/2181>.

2. Марчук, Г.И. Методы вычислительной математики: учебное пособие / Г.И. Марчук. Санкт-Петербург : Лань, 2009. — 608 с.: <https://e.lanbook.com/book/255>.
3. Петровский, И.Г. Лекции по теории интегральных уравнений учебник / И.Г. Петровский ; под ред. Олейник О.А.. М.: Физматлит, 2009. — 136 с <https://e.lanbook.com/book/59553>.
4. Рябенский, В.С. Метод разностных потенциалов и его приложения / В.С. Рябенский. М.: Физматлит, 2010. — 432 с.: <https://e.lanbook.com/book/2298>.
5. Демидович, Б.П. Численные методы анализа. Приближение функций, дифференциальные и интегральные уравнения [Электронный ресурс] : учебное пособие / Б.П. Демидович, И.А. Марон, Э.З. Шувалова. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2010. — 400 с.: <https://e.lanbook.com/book/537>.

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья имеются издания в электронном виде в электронно-библиотечных системах «Лань» и «Университетская библиотека ONLINE».

#### 5.2 Дополнительная литература:

1. Зайцев, В.Ф. Справочник по дифференциальным уравнениям с частными производными первого порядка справочник / В.Ф. Зайцев, А.Д. Полянин. Москва : Физматлит, 2003. — 415 с.: <https://e.lanbook.com/book/2367>.
2. Кравченко, В.Ф. Вычислительные методы в современной монография / В.Ф. Кравченко, О.С. Лабунько, А.М. Лерер, Г.П. Синявский. Москва : Физматлит, 2009. — 464 с.: <https://e.lanbook.com/book/2216>.
3. Васильева, А.Б. Интегральные уравнения учебное пособие / А.Б. Васильева, Н.А. Тихонов. Москва : Физматлит, 2004. — 160 с.: <https://e.lanbook.com/book/2359>.

Указанная литература имеется в электронном каталоге библиотеки КубГУ.

### **6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

1. Электронный каталог Научной библиотеки КубГУ <http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/Web>
2. Электронная библиотечная система "Университетская библиотека ONLINE" <http://biblioclub.ru/>
3. Электронная библиотечная система издательства "Лань" <https://e.lanbook.com/>
4. Электронная библиотечная система «Юрайт» <http://www.biblio-online.ru>
5. Электронная библиотечная система «ZNANIUM.COM» [www.znanium.com](http://www.znanium.com)
6. Электронная библиотечная система «BOOK.ru» <https://www.book.ru>
7. Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU (<http://www.elibrary.ru>)

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

#### **Методические указания к самостоятельному изучению студентами теоретического материала и подготовке докладов на семинаре**

Теоретический материал по перечисленным разделам курса представлен в выше перечисленных литературных источниках. Докладчик должен точно сформулировать постановку обсуждаемой задачи: класс дифференциальных уравнений, к которым может быть применен рассматриваемый метод поиска приближенного решения, корректна ли математическая постановка задачи (если задача некорректна, то каковы методы ее регуляризации), какие идеи лежат в основе замены дифференциального уравнения данного вида его дискретным аналогом, возможна ли теоретическая оценка погрешности, есть ли рекомендации практической оценки погрешности, насколько трудоемкой

оказывается программная реализация алгоритма, есть ли угроза накопления вычислительных погрешностей и можно ли в алгоритме предусмотреть возможности минимизации этих погрешностей.

## **Методические указания к самостоятельной реализации студентами вычислительных алгоритмов на языках высокого уровня**

Программа должна иметь вид законченного продукта, которым может воспользоваться любой человек, понимающий математическую постановку решаемой задачи. Требования к программе: информация о конкретном интегральном уравнении или дифференциальной задаче запрашивается в диалоговом режиме, ввод данных максимально упрощен для пользователя, программа должна быть оптимальна по объему вычислений (повторные вычисления полученных ранее величин не допустимы) и по объему памяти (например, в итерационных методах в памяти сохраняются только те члены последовательности, которые необходимы для продолжения итерационного процесса и контроля погрешности на шаге). Требования к подбору тестовых примеров: простота, отсутствие заметных вычислительных погрешностей и, если это возможно, отсутствие погрешности метода, в то же время тестовые примеры должны обладать общностью, достаточной для проверки правильной работы алгоритма во всех возможных ситуациях.

### **8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)**

#### **8.1 Перечень информационных технологий.**

При решении задач могут, понадобятся языки программирования высокого уровня, а также математические пакеты.

#### **8.2 Перечень необходимого программного обеспечения.**

Список лицензионного программного обеспечения:

1. Microsoft Office Word Professional Plus.
2. Mathcad PTC Prime 3.0
3. Maple 18
4. MATLAB

Список свободно распространяемого программного обеспечения

1. Free Pascal
2. Lazarus
3. Microsoft Visual Studio Community

#### **8.3 Перечень необходимых информационных справочных систем.**

1. Электронный каталог Научной библиотеки КубГУ  
<http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/Web>
2. Электронная библиотечная система "Университетская библиотека ONLINE"  
<http://biblioclub.ru/>
3. Электронная библиотечная система издательства "Лань" <https://e.lanbook.com/>
4. Электронная библиотечная система «Юрайт» <http://www.biblio-online.ru>
5. Электронная библиотечная система «ZNANIUM.COM» [www.znanium.com](http://www.znanium.com)
6. Электронная библиотечная система «BOOK.ru» <https://www.book.ru>
7. Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU (<http://www.elibrary.ru>)

### **9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине «Вычислительные алгоритмы и программы теории теплопроводности»**

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Лекционная аудитория, специально оборудованная мультимедийными демонстрационными комплексами, учебной мебелью
2.	Семинарские занятия	Специальное помещение, оснащенное учебной мебелью, презентационной техникой (проектор, экран, ноутбук) и соответствующим программным обеспечением (ПО).
3.	Групповые (индивидуальные) консультации	Помещение для проведения групповых (индивидуальных) консультаций, учебной мебелью, оснащенное презентационной техникой (проектор, экран, ноутбук) и соответствующим программным обеспечением
4.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Помещение для проведения текущей и промежуточной аттестации, оснащенное учебной мебелью, персональными компьютерами с доступом к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации
5.	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

## РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу

### ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ АЛГОРИТМЫ И ПРОГРАММЫ ТЕОРИИ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ

Направление подготовки/специальность 02.04.01 математика и компьютерные науки  
Направленность (профиль) / Вычислительная математика

Рабочая программа для бакалавров «ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ АЛГОРИТМЫ И ПРОГРАММЫ ТЕОРИИ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ» составлена доктором физико-математических наук, профессором кафедры Вычислительной математики и информатики факультета математики и компьютерных наук Кубанского государственного университета Лебедевым К.А.

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 02.04.01 Математика и компьютерные науки. Программа одобрена на заседании кафедры Вычислительной математики и информатики на заседании учебно-методического совета факультета математики и компьютерных наук.

Рабочая программа сочетает теоретическую и практические части, что способствует более глубокому усвоению материала.

Предложенные задания учебного плана направлены на освоение развитие практических навыков решения задач по направлению вычислительной математики, позволяют обучающимся овладеть оригинальными методами решения задач с помощью программирования и пакетов программ. Содержание рабочей программы соответствует уровню подготовленности студентов к изучению данной дисциплины. Успешность изучения дисциплины обеспечивается предшествующей подготовкой студентов по ряду компьютерных и дисциплин прикладной математики профессионального цикла бакалавриата. Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам позволяет сочетать теоретическое обучение с практической работой по освоению методов дисциплины.

Уровень отражения в рабочей программе современных достижений науки в области оптимизации, а также рекомендуемые автором рабочей программы современные подходы аналитические, численные, соответствуют квалификационным требованиям к подготовке бакалавра прикладной математики и компьютерных технологий и являются достаточными.

Учитывая вышеизложенное, считаю, что рабочая программа соответствует государственным требованиям к минимуму содержания и уровню подготовки выпускников по направлению подготовки 02.04.01 Математика и компьютерные науки (квалификация «магистр»), и может быть рекомендована для высших учебных заведений.

Рецензент

Доктор экономических наук, кандидат  
технических наук, профессор кафедры  
компьютерных технологий и систем КубГАУ



Луценко Е.В.

## РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу

### ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ АЛГОРИТМЫ И ПРОГРАММЫ ТЕОРИИ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ

Направление подготовки/специальность 02.04.01 математика и компьютерные науки  
Направленность (профиль) /Вычислительная математика

Рабочая программа дисциплины «ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ АЛГОРИТМЫ И ПРОГРАММЫ ТЕОРИИ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ» составлена согласно требованиям Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по специальности

Рабочая программа содержит цели и задачи изучения дисциплины, ее место в структуре образовательной программы. В программе отражены планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы. Выделены соответствующие компетенции согласно ФГОС, формируемые при ее освоении, указаны результаты освоения дисциплины в виде определенных знаний, умений и практических навыков – владений.

В структуру рабочей программы входит содержание дисциплины – темы практических занятий, лекций, семинаров, самостоятельных внеаудиторных работ с указанием их объема. Разработанное содержание дисциплины в полной мере соответствует области научного знания и передового практического опыта. Последовательное освоение разделов, тем, аудиторных и внеаудиторных занятий способствует формированию у выпускника всего необходимого перечня универсальных и профессиональных компетенций.

Отражен перечень учебно-методического обеспечения как аудиторных занятий, так и для самостоятельной внеаудиторной работы обучающихся. Указан перечень электронных ресурсов и баз данных, соответствующих тематике дисциплины. Основная и дополнительная литература является актуальной.

Фонд оценочных средств программы дисциплины является необходимым и достаточным для оценки уровня знаний, умений и владений.

Таким образом, рабочая программа дисциплины математическое и компьютерное моделирование нанотехнологий соответствует требованиям Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по специальности (02.04.01 математика и компьютерные науки), утвержденного приказом Министерства образования и науки российской Федерации России рекомендуется к реализации.

Рецензент  
Профессор кафедры прикладной математики  
Кубанского государственного университета  
кандидат физико-математических наук доцент



Кармазин В.Н.