

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

УТВЕРЖДАЮ:



Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор

_____ Хагуров Т.А.

» _____ мая _____ 2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
Б1.В.03 ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ
ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ И ИНТЕГРАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ**

Направление подготовки 02.04.01 Математика и компьютерные науки

Направленность (профиль) Вычислительная математика

Форма обучения очная

Квалификация
(степень) выпускника магистр

Краснодар 2019

Рабочая программа дисциплины Б1.В.03 Численные методы решения дифференциальных и интегральных уравнений составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 02.04.01 Математика и компьютерные науки

Программу составил:

С.В. Гайденко, зав. каф. доцент, канд. физ.-мат. наук, доцент


подпись

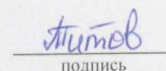
Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры вычислительной математики и информатики протокол № 13 «18» апреля 2019 г.
Заведующий кафедрой (разработчик) Гайденко С.В.


подпись

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры вычислительной математики и информатики протокол № 13 «18» апреля 2019 г.
Заведующий кафедрой (выпускающей) Гайденко С.В.


подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета математики и компьютерных наук протокол № 2 «24» апреля 2019 г.
Председатель УМК факультета Титов Г.Н.


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 (модуля)

1.1 Цель освоения дисциплины

Ознакомление студентов с современными методами численного решения дифференциальных задач и интегральных уравнений. В курсе изучаются приближенные методы решения краевых задач для стационарных и нестационарных дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка, интегральных уравнений Вольтера и Фредгольма первого и второго родов, сингулярных интегральных уравнений с ядрами типа ядра Коши.

1.2 Задачи дисциплины.

Показать приемы и методы построения дискретных аналогов как линейных, так и нелинейных дифференциальных задач, и интегральных уравнений, 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 и интегральным уравнениям

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1 "Дисциплины (модули)" учебного плана. Для полноценного понимания курса «Численные методы решения дифференциальных и интегральных уравнений» 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 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся профессиональной компетенции ПК-1

№ п.п.		Индикаторы достижения компетенции		
		знает	умеет	владеет
1.	ПК-1 Способен демонстрировать фундаментальные знания математических и естественных наук, программирования и информационных технологий	основные идеи построения дискретных аналогов классических дифференциальных задач и интегральных уравнений Вольтера и Фредгольма первого и второго родов как линейных, так и нелинейных, а также знать схему метода дискретных вихрей численного решения сингулярных интегральных уравнений с ядрами типа ядра Коши.	создавать алгоритмы решения дискретных аналогов дифференциальных задач в частных производных, а также интегральных уравнений с гладкими и сингулярными ядрами.	культурой мышления, а также методами и технологиями разработки численных методов решения дифференциальных и интегральных уравнений

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			
Контактная работа, в том числе:						
Аудиторные занятия (всего):		32	32			
Занятия лекционного типа		16	16	-	-	-
Лабораторные занятия		16	16	-	-	-
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)		-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-
Иная контактная работа:						
Контроль самостоятельной работы (КСР)		-	-			
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,2	0,2			
Самостоятельная работа, в том числе:						
<i>Курсовая работа</i>		-	-	-	-	-
<i>Проработка учебного (теоретического) материала</i>		14	14	-	-	-
<i>Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)</i>		16	16	-	-	-
<i>Реферат</i>		-	-	-	-	-
Подготовка к текущему контролю		9,8	9,8	-	-	-
Контроль:						
Подготовка к экзамену		-	-			
Общая трудоемкость	час.	72	72	-	-	-
	в том числе контактная работа	32,2	32,2			
	зач. ед	2	2			

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

№ разд ела	Наименование разделов	Количество часов			
		Всего	Аудиторная работа		Внеаудиторная работа
			Л	ЛР	СРС
1	Классические и обобщенные решения краевых задач	8	2	2	4
2	Граничные задачи для самосопряженного эллиптического оператора	16	4	4	8
3	Проекционные методы построения дискретных аналогов дифференциальных задач	10	2	2	6
4	Численные методы, основанные на разделении переменных	10	2	2	6
5	Методы решения уравнений Вольтерра первого и второго рода	10	2	2	6
6	Методы решения уравнений второго и первого рода с постоянными пределами интегрирования (уравнений Фредгольма)	8	2	2	4
7	Численные методы в сингулярных интегральных уравнениях	9,8	2	2	5,8
8	<i>Итого по дисциплине</i>	71,8	16	16	39,8

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	2	3	4
1.	Классические и обобщенные решения краевых задач	Понятие классического решения дифференциальной задачи в частных производных. Необходимость расширения понятия решения вследствие негладких данных либо наличия особых множеств в области определения решения. Пространства С.Л. Соболева регулярных обобщенных функций. Определение обобщенных решений в этих пространствах для уравнений эллиптического типа, естественность обобщенного решения в модели равновесия мембраны.	Выступление с докладом, активное обсуждение всеми участниками семинаров свойств функций из соболевских пространств.
2.	Граничные задачи для самосопряженного эллиптического оператора	Сведение граничных задач в обобщенной постановке к вариационным задачам. Корректность вариационной задачи для квадратичного функционала в гильбертовом пространстве. Метод Ритца построения минимизирующей последовательности.	Выступление с докладом по литературным источникам, активное участие всех участников

		Естественные и главные граничные условия. Базисные функции-крышки в пространствах С.Л.Соболева функций одного переменного, разностные схемы для обыкновенных дифференциальных уравнений, возникающие в методе Рунге. Понятие о методе конечных элементов. двумерные локальные кусочно-линейные базисные функции в пространствах С.Л.Соболева, разностные схемы с блочными матрицами.	семинаров в расчете элементов разностных схем.
3.	Проекционные методы построения дискретных аналогов дифференциальных задач	Метод Галеркина для эллиптических краевых задач в обобщенной постановке в случае несамосопряженного оператора. Обобщенные постановки смешанных краевых задач для уравнений параболического и гиперболического типов. Метод Галеркина для нестационарных краевых задач. Построение разностных схем смешанных краевых задач для уравнения теплопроводности и волнового уравнения с прямоугольной областью задания пространственных переменных	Выступление с докладом по литературным источникам, активное участие всех участников семинаров в расчете элементов разностных схем.
4.	Численные методы, основанные на разделении переменных	Схема метода Фурье решения смешанных краевых задач для одномерного уравнения колебаний струны. Задача Штурма-Лиувилля. Задача на собственные значения для самосопряженного эллиптического оператора, полнота системы собственных функций в соболевских пространствах. Общая схема метода Фурье решения дифференциальных краевых задач в случае многих независимых переменных. Метод прямых приближенного решения нестационарных краевых задач. Разностные схемы расщепления сведения трехмерных задач к последовательному решению задач двумерных.	Защита индивидуального лабораторного задания: каждый участник семинара в качестве домашнего задания реализует метод Фурье в декартовых или цилиндрических координатах для конкретной смешанной задачи.
5.	Методы решения уравнений Вольтерра первого и второго рода	Линейное уравнение с вырожденным ядром, сведение его к задаче Коши для системы обыкновенных дифференциальных уравнений. Методы приближения ядер вырожденными. Решение посредством резольвенты. Метод механических квадратур. Метод простой итерации и его обобщение – метод осреднения функциональных поправок. Применение преобразования Лапласа к интегральным уравнениям типа свертки, аппроксимации оригиналов и аппроксимации изображений.	Выступление с докладом о конкретном методе, программная реализация вычислительного алгоритма данного метода.

6.	Методы решения уравнений второго и первого рода с постоянными пределами интегрирования (уравнений Фредгольма)	Решение посредством резольвенты. Метод вырожденных ядер, сведение задачи к системе алгебраических уравнений. Метод квадратурных формул. Итерационные методы для линейных и нелинейных уравнений. Линейные аппроксимации решений, определение коэффициентов методами наименьших квадратов, моментов, коллокаций. Применение преобразования Фурье к уравнениям типа свертки. Некорректность интегральных уравнений Фредгольма первого рода, методы регуляризации.	Выступление с докладом о конкретном методе, программная реализация вычислительного алгоритма, демонстрация правильной работы программы на тестовых примерах.
7.	Численные методы в сингулярных интегральных уравнениях	Квадратурные формулы для сингулярных интегралов. Численное решение сингулярных интегральных уравнений первого рода методом дискретных вихрей, выбор узлов квадратуры и узлов коллокации в конкретном классе решений. Кусочно-линейные аппроксимации решений, выбор коэффициентов методом коллокаций.	Выступление с докладом о конкретном методе, программная реализация вычислительного алгоритма, демонстрация правильной работы программы на тестовых примерах.

2.3.2 Занятия семинарского типа не предусмотрены.

2.3.3 Лабораторные занятия

№	Наименование раздела	Тематика лабораторных занятий	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Классические и обобщенные решения краевых задач	Переход от классических постановок краевых задач для линейных уравнений в частных производных второго порядка к обобщенным.	Работа студентов в аудитории и у доски под контролем преподавателя.
2	Граничные задачи для самосопряженного эллиптического оператора	Расчет элементов дискретных задач, соответствующих эллиптическому оператору в дивергентной форме с граничными условиями Дирихле и Неймана.	Доклад о структуре матрицы в методе Рунге при кусочно-линейных базисных функциях двух переменных
3	Проекционные методы построения дискретных аналогов дифференциальных задач	Построение методом Галеркина дискретных аналогов смешанных задач для нестационарных уравнений параболического и гиперболического типов.	Доклад о структуре матрицы в методе Галеркина при кусочно-линейных базисных функциях двух переменных в

			эллиптической части оператора.
4	Численные методы, основанные на разделении переменных	Определение обобщенных собственных функций эллиптического оператора в дивергентной форме с граничными условиями первого и третьего рода.	Доклад о построении разностной схемы для нестационарных задач методом Галеркина с собственными функциями эллиптического оператора в качестве базисных.
5	Методы решения уравнений Вольтерра первого и второго рода	Линейное уравнение с вырожденным ядром, сведение его к задаче Коши для системы обыкновенных дифференциальных уравнений. Метод механических квадратур для уравнений второго и первого рода.	Доклад об алгоритме способа Рунге-Кутты решения задачи Коши для линейной системы обыкновенных дифференциальных уравнений.
6	Методы решения уравнений второго и первого рода с постоянными пределами интегрирования (уравнений Фредгольма)	Линейные аппроксимации решений, определение коэффициентов методами наименьших квадратов, моментов, коллокаций.	Отчеты о расчетах коэффициентов тестовых примеров.
7	Численные методы в сингулярных интегральных уравнениях	Численное решение сингулярных интегральных уравнений первого рода методом дискретных вихрей, выбор узлов квадратуры и узлов коллокации в конкретном классе решений.	Тестирование в математическом пакете Mathcad метода дискретных вихрей на примере уравнения с интегралом типа Коши.

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 лабораторной работе;	Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов утвержденные кафедрой вычислительной математики и информатики, протокол № 14 от 14.06.2017 г.

	Подготовка к зачету.	
--	----------------------	--

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 9-м семестре предусмотрены в количестве 16 лекционных часов.

Вид занятия	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
Лекционные занятия	Дискуссия на тему: «Классические и обобщенные решения краевых задач, Идеи построения дискретных аналогов»	2
	Дискуссия по свойствам самосопряженных операторов в гильбертовых пространствах, вариационным и проекционным методам приближенных решений операторных уравнений.	2
	Дискуссия по свойствам гильбертовых пространств функций с обобщенными производными, приемы задания предельно плотных последовательностей конечномерных подпространств для функций одного или двух независимых аргументов.	2

	Групповой анализ постановки вариационной задачи в методе Ритца для оператора в дивергентной форме. Исследование граничных условий Дирихле и Неймана.	2
	Проблемы плохой обусловленности матрицы Грамма в пространствах кусочно-линейных непрерывных функций.	2
	Дискуссия о способах факторизации дифференциальных задач с целью последовательного понижения размерностей пространств независимых переменных	2
	Дискуссия о дискретных аналогах интегральных уравнений относительно функций одного и нескольких аргументов.	2
	Дискуссия «Некорректность интегральных уравнений первого рода и способы их регуляризации.»	2
Итого:		16

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 лабораторных работ. Непосредственно на лабораторных занятиях студенты получают от преподавателя индивидуальное задание по конкретному численному методу, пишут программу, отлаживают и тестируют ее под контролем преподавателя. Большая часть лабораторных 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 проверка домашних заданий) и итоговая аттестация (зачет).

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.

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.

4.3 Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины*	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	Классические и обобщенные решения краевых задач	ПК-1.	Работа студентов в аудитории и у доски под контролем преподавателя.	Теоретические вопросы 1-4.
2	Граничные задачи для самосопряженного эллиптического оператора	ПК-1.	Доклад о структуре матрицы в методе Рунге при кусочно-линейных базисных функциях двух переменных	Теоретические вопросы 5-9.
3	Проекционные методы построения дискретных аналогов дифференциальных задач	ПК-1.	Доклад о структуре матрицы в методе Галеркина при кусочно-линейных базисных	Теоретические вопросы 10-12.

			функциях двух переменных в эллиптической части оператора.	
4	Численные методы, основанные на разделении переменных	ПК-1.	Доклад о построении разностной схемы для нестационарных задач методом Галеркина с собственными функциями эллиптического оператора в качестве базисных.	Теоретические вопросы 13-17.
5	Методы решения уравнений Вольтерра первого и второго рода	ПК-1.	Доклад об алгоритме способа Рунге-Кутты решения задачи Коши для линейной системы обыкновенных дифференциальных уравнений.	Теоретические вопросы 18-24.
6	Методы решения уравнений второго и первого рода с постоянными пределами интегрирования (уравнений Фредгольма)	ПК-1.	Отчеты о расчетах коэффициентов тестовых примеров.	Теоретические вопросы 25-26.
7	Численные методы в сингулярных интегральных уравнениях	ПК-1.	Тестирование в математическом пакете Mathcad метода дискретных вихрей на примере уравнения с интегралом типа Коши.	Теоретические вопросы 27-29.

4.4 Показатели, критерии и шкала оценки сформированных компетенций

Код и наименование компетенций	Соответствие уровней освоения компетенции планируемым результатам обучения и критериям их оценивания		
	пороговый	базовый	продвинутый
	Оценка		
	Удовлетворительно /зачтено	Хорошо/зачтено	Отлично /зачтено
ПК-1: Способен демонстрировать фундаментальные знания математических и естественных наук, программирования и информационных технологий	Знает: некоторые идеи построения дискретных аналогов классических дифференциальных задач и интегральных уравнений Вольтера и Фредгольма первого и второго родов как линейных, так и нелинейных, а также знает схему метода дискретных вихрей численного решения сингулярных интегральных уравнений с ядрами типа ядра Коши.	Знает: основные идеи построения дискретных аналогов классических дифференциальных задач и интегральных уравнений Вольтера и Фредгольма первого и второго родов как линейных, так и нелинейных, а также знает схему метода дискретных вихрей численного решения сингулярных интегральных уравнений с ядрами типа ядра Коши.	Знает: основные и вспомогательные идеи построения дискретных аналогов классических дифференциальных задач и интегральных уравнений Вольтера и Фредгольма первого и второго родов как линейных, так и нелинейных, а также знает схему метода дискретных вихрей численного решения сингулярных интегральных уравнений с ядрами типа ядра Коши.

4.5 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы:

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 лабораторных работ. Непосредственно на лабораторных занятиях студенты получают от преподавателя индивидуальное задание по конкретному численному методу, пишут программу, отлаживают и тестируют ее под контролем преподавателя. Большая часть лабораторных 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).

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Теоретические вопросы к зачету

1. Понятие классического решения дифференциальной задачи в частных производных.

2. Необходимость расширения понятия решения вследствие негладких данных либо наличия особых множеств в области определения решения.
3. Пространства С.Л. Соболева регулярных обобщенных функций.
4. Определение обобщенных решений в этих пространствах для уравнений эллиптического типа, естественность обобщенного решения в модели равновесия мембраны.
5. Сведение граничных задач в обобщенной постановке к вариационным задачам.
6. Корректность вариационной задачи для квадратичного функционала в гильбертовом пространстве.
7. Метод Ритца построения минимизирующей последовательности. Естественные и главные граничные условия.
8. Базисные функции-крышки в пространствах С.Л.Соболева функций одного переменного, разностные схемы для обыкновенных дифференциальных уравнений, возникающие в методе Ритца.
9. Понятие о методе конечных элементов. Двумерные локальные кусочно-линейные базисные функции в пространствах С.Л.Соболева, разностные схемы с блочными матрицами.
10. Метод Галеркина для эллиптических краевых задач в обобщенной постановке в случае несамосопряженного оператора.
11. Обобщенные постановки смешанных краевых задач для уравнений параболического и гиперболического типов.
12. Метод Галеркина для нестационарных краевых задач. Построение разностных схем смешанных краевых задач для уравнения теплопроводности и волнового уравнения с прямоугольной областью задания пространственных переменных
13. Схема метода Фурье решения смешанных краевых задач для одномерного уравнения колебаний струны. Задача Штурма-Лиувилля.
14. Задача на собственные значения для самосопряженного эллиптического оператора, полнота системы собственных функций в соболевских пространствах.
15. Общая схема метода Фурье решения дифференциальных краевых задач в случае многих независимых переменных.
16. Метод прямых приближенного решения нестационарных краевых задач.
17. Разностные схемы расщепления сведения трехмерных задач к последовательному решению задач двумерных.
18. Линейное интегральное уравнение с вырожденным ядром, сведение его к задаче Коши для системы обыкновенных дифференциальных уравнений.
19. Методы приближения ядер вырожденными.
20. Решение посредством резольвенты.
21. Метод механических квадратур.
22. Метод простой итерации и его обобщение – метод осреднения функциональных поправок.
23. Применение преобразования Лапласа к интегральным уравнениям типа свертки, аппроксимации оригиналов и аппроксимации изображений.
24. Линейные аппроксимации решений интегральных уравнений, определение коэффициентов методами наименьших квадратов, моментов, коллокаций.
25. Применение преобразования Фурье к интегральным уравнениям типа свертки.
26. Некорректность интегральных уравнений Фредгольма первого рода, методы регуляризации.
27. Квадратурные формулы для сингулярных интегралов.
28. Численное решение сингулярных интегральных уравнений первого рода методом дискретных вихрей, выбор узлов квадратуры и узлов коллокации в конкретном классе решений.
29. Кусочно-линейные аппроксимации решений сингулярных интегральных уравнений, выбор коэффициентов методом коллокаций.

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. Васильева, А.Б. Интегральные уравнения учебное пособие / А.Б. Васильева, Н.А. Тихонов. Москва : Физматлит, 2004. — 160 с.: <https://e.lanbook.com/book/2359>.
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. Рябенский, В.С. Метод разностных потенциалов и его приложения монография / В.С. Рябенский. — Москва : Физматлит, 2010. — 432 с. <https://e.lanbook.com/book/2298>.
2. Емельянов, В.М. Уравнения математической физики. Практикум по решению задач учебное пособие / В.М. Емельянов, Е.А. Рыбакина. Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 216 с. <https://e.lanbook.com/book/71748>.
3. 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>.
4. Численные методы в сингулярных интегральных уравнениях и их применение в аэродинамике, теории упругости, электродинамике / С. М. Белоцерковский, И. К. Лифанов. - М. : Наука, 1985. - 253 с. : ил. - Библиогр.: с. 249-253.
5. Численные методы в гиперсингулярных интегральных уравнениях и их приложения / Г. М. Вайникко, И. К. Лифанов. - М. : Янус-К, 2001. - 507 с. - Библиогр.: с. 503-507. - ISBN 5803700819.

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
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 либо интегральных 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 или интегрального 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. Microsoft Office PowerPoint 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
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 «Численные методы решения дифференциальных и интегральных уравнений»

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
	Лекционные занятия	Лекционная аудитория, оборудованная обычной доской. Ауд. 303 Н, 308 Н, 505 Н, 507 Н.
	Лабораторные занятия	Компьютерный класс, укомплектованный персональными компьютерами с набором базового программного обеспечения разработчика - системы программирования на языках Free Pascal, Lazarus и C/C++ с возможностью многопользовательской работы, математические пакеты Mathcad либо MATLAB, Maple, а также приложением MS PowerPoint для подготовки презентаций. Ауд. 301 Н, 309Н, 316 Н, 320 Н.
	Групповые (индивидуальные) консультации	Компьютерный класс: ауд. 301 Н, 309Н, 316 Н, 320 Н.
	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Для текущего контроля компьютерный класс: ауд. 301 Н, 309Н, 316 Н, 320 Н. Для промежуточной аттестации аудитории 302 Н, 303 Н, 308 Н, 505 Н, 507 Н.
	Самостоятельная работа	Аудитория, оборудованная доступом к информационным системам библиотеки КубГУ: 108С