УДК 519.6

ВЫЧИСЛЕНИЕ ПРОИЗВОДНЫХ ДРОБНОГО ПОРЯДКА, ПРИНИМАЮЩЕГО ЗНАЧЕНИЯ НА ИНТЕРВАЛЕ (1,2), С ВЫСОКОЙ СТЕПЕНЬЮ ТОЧНОСТИ

Н.К. Волосова аспирант

(Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана, г. Москва);

д.ф.-м.н., профессор К.А. Волосов, к. ф.-м. н., А.К. Волосова (МИИТ, г. Москва);

к. ***ф.-м. н., доц. М.И. Карлов(МФТИ, г . Долгопрудный);***

к. ***ф.-м. н., доц. Д.Ф. Пастухов, к. ф.-м. н., доц. Ю.Ф. Пастухов***

(Полоцкий государственный университет);

В работе рассмотрена задача вычисления производной дробного порядка с высокой степенью точности на интервале(1,2) Получен алгоритм вычисления производной дробного порядка с квадратурной формулой Гаусса на трех узлах (с двойной относительной точностью 15-значащих цифры).

Ключевые слова: численное интегрирование функций с особенностями**,** численные методы, гамма-функция, ортогональные полиномы

CALCULATION OF DERIVATIVES OF FRACTIONAL ORDER TAKING VALUES IN THE INTERVAL (1, 2) WITH A HIGH DEGREE OF ACCURACY

Volosova N.K., Volosov K.A., Volosova A.K., Pastuhov D.F., Pastuhov Y.F.

Введение. Число научных публикаций с РИНЦ, посвященных дробным производным и гамма-функциям, за последние пять лет удвоилось[3]-[7]. В работе[5] А.Н. Корчагиной рассмотрено уравнение диффузии, в котором временная и пространственная производные имеют дробный порядок $0<\gamma<2$ и $1<\alpha< 2$ соответственно. Если $0<\gamma<1$, то реализуется субдиффузия, при $\gamma=1$ – обычная классическая диффузия, при $1<\gamma<2$ – происходит супердиффузия. Если $\gamma=2$ получаем классическое волновое уравнение. При $\gamma=\alpha=1$ уравнение диффузии переходит в уравнение переноса. В работах [6],[7] нами предложен алгоритм

вычисления производной дробного порядка на интервале(0,1) с двойной точностью. В данной работе предложен алгоритм вычисления производной Капуто с дробным порядком на интервале(1,2) с относительной погрешностью 15 значащих цифр, что позволит численно решать все уравнения из работы А.Н. Корчагиной[5]. Результаты данной работы, возможно, применить в работах[10]-[15],[18]-[23],[28],[30],[31].

Постановка задачи

Данная работа написана для Российской научной библиотеки elibrary.ru. Полный текст работы можно прочитать и(или) скопировать в Российской научной библиотеке(присвоен номер eLIBRARY ID: 44886159).

Литература

1. Фаддеев Д.К. Лекции по алгебре: Учебное пособие для вузов. – М.: Наука. Физматлит.1984. – 416 с.
2. Бахвалов Н.С., Лапин А.В., Чижонков Е.В. Численные методы в задачах и упражнениях. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний. 2010.240 с.

3. Килбас А.А. Теория и приложения дифференциальных уравнений дробного порядка. Курс лекций – Самара.: Научная конференция ”Математическая физика и нанотехрологии”.2009. 121С.
4. Нахушев А.М. Дробное исчисление и его применение. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. – 272 с.
5. Корчагина А.Н. Использование производных дробного порядка для решения задач механики сплошных сред/ А.Н. Корчагина// Известия Алтайского государственного университета. № 1-1(81) 2014. С. 65-67.

6. Волосова Н.К. Вычисление производных дробного порядка с высокой степенью точности // Евразийское Научное Объединение. – 2020. № 11-1 (69). С. 1-9.
7. Волосова Н.К. Вычисление производных дробного порядка явной квадратурной формулой Гаусса с двумя узлами // Евразийское Научное Объединение. – 2021. № 1-1 (71). С. 14-19.
8. Волосова Н.К. О роли профиля скорости на верхнем отрезке в гидродинамической задаче для прямоугольной каверны // Евразийское Научное Объединение. – 2020. № 5-1 (63). С. 11-17.

9. Волосова Н.К. Вычисление поля давления по полю скорости в гидродинамической задаче для прямоугольной каверны // Евразийское Научное Объединение. – 2020. № 9-1 (67). С. 1-8.
10. Волосова Н.К., Волосова А.К., Волосов К.А. Интегрирование уравнений Гарри Дима и Кортевега де Вриза в параметрической форме. Дифференциальные уравнения и процессы управления. 2017. № 4. С. 194-214.
11. Вакуленко С.П., Волосов К.А., Волосова Н.К. К методу оценки состояния железнодорожного полотна//Мир транспорта. 2016. Т14. № 3(64) С. 20-35.
12. Вдовина Е.К. , Пугина Л.В., Волосов К.А. Моделирование пульсирующих режимов динамики свертывания крови//Математическое моделирование. 2014. Т. 26. № 12. С. 14-32.
13. Волосов К.А.,Пугина Л.В., Волосова А.К. Нелинейные уравнения как система линейных функциональных уравнений//Математический форум (Итоги науки. Юг России). 2014. Т. 8. № 2. С. 93-104.
14. Вдовина Е.К., Волосов К.А. Моделирование спиральных волн в процессе свертывания крови// Математическое моделирование. 2013. Т. 25. № 3. С. 14-24.
15. Волосов К.А. Конструкция решений квазилинейных уравнений с частными производными//Сибирский журнал индустриальной математики. – 2008 . Т.11. № 2(34). С.29-39.
16. Вакуленко С.П., Волосова Н.К., Пастухов Д.Ф. Способы передачи QR-кода в стеганографии/ С.П. Вакуленко, Н.К. Волосова, Д.Ф. Пастухов //Мир транспорта. – 2018. Т.16. № 5(78). С. 14-25.
17. Пастухов Д.Ф., Волосова Н.К., Волосова А.К. Некоторые методы передачи QR-кода в стеганографии/ Д.Ф. Пастухов, Н.К. Волосова, А.К. Волосова //Мир транспорта. – 2019. Т.17. № 3(82). С. 16-39.
18. Пастухов Д.Ф. Аппроксимация уравнения Пуассона на прямоугольнике повышенной точности/Д.Ф. Пастухов, Ю.Ф. Пастухов//Вестник Полоцкого университета. Серия С. Фундаментальные науки. – 2017. - № 12. – С. 62-77.
19. Волосова Н.К. О конечных методах решения уравнения Пуассона на прямоугольнике с краевым условием Дирихле/ Волосова Н.К. и др.//Вестник Полоцкого университета. Серия С. Фундаментальные науки. – 2020. - № 4. – С. 78-92.

20. Волосова Н.К. Модифицированное разностное уравнение К.Н. Волкова для уравнения Пуассона на прямоугольнике с четвертым порядком погрешности// Евразийское Научное Объединение. –2019. № 6-1 (52). С. 4-11.

21. Волосова Н.К. О решении уравнения Пуассона на прямоугольнике с шестым порядком погрешности за конечное число элементарных операций// Евразийское Научное Объединение. –2020. № 3-1 (61). С. 20-27.

22. Пастухов Д.Ф. К вопросу о редукции неоднородной краевой задачи Дирихле для волнового уравнения на отрезке / Д.Ф. Пастухов, Ю.Ф. Пастухов, Н.К. Волосова // Вестник Полоцкого университета. Серия С. Фундаментальные науки. – 2018. – № 12. – С. 60-74.

23. Пастухов Д.Ф. Минимальная разностная схема для уравнения Пуассона на параллелепипеде с шестым порядком погрешности/ Д.Ф. Пастухов, Ю.Ф. Пастухов, Н.К. Волосова // Вестник Полоцкого университета. Серия С. Фундаментальные науки. – 2019. – № 4. – С. 154–173.

24. Волосова Н.К. Решение уравнения Пуассона в целых числах по модулю p с кусочно-разрывной правой частью// Евразийское Научное Объединение. 2019. № 1-1 (47). С. 4-9.

25. Пастухов Ю.Ф., Пастухов Д.Ф. Об интегралах обобщенной энергии на экстремалях системы уравнений Эйлера-Лагранжа/ Ю.Ф. Пастухов, Д.Ф. Пастухов // Вестник Полоцкого университета. Серия С. Фундаментальные науки. – 2020. – № 4. – С. 93–107.

26. Пастухов Ю.Ф., Пастухов Д.Ф. Обратная теорема Гамильтона/ Ю.Ф. Пастухов, Д.Ф. Пастухов // Вестник Полоцкого университета. Серия С. Фундаментальные науки. – 2019. – № 12. – С. 86–100.

27. Пастухов Ю.Ф., Пастухов Д.Ф. Свойства функции Гамильтона в вариационных задачах со старшими производными/ Ю.Ф. Пастухов, Д.Ф. Пастухов // Вестник Полоцкого университета. Серия С. Фундаментальные науки. – 2019. – № 4. – С. 137–153.

28. Аппроксимация двойных и тройных интегралов в математической физике/Пастухов Д.Ф.[и др.] // Вестник Полоцкого университета. Серия С. Фундаментальные науки. – 2017. – № 12. – С. 62–77.

29. Кристалинский В.Р., Кристалинский Р.Е. О решении задач математической физики в системе WOLFRAM MATHEMATICA//Современные информационные технологии и ИТ-образование. Т 15. № 4. 2019. С. 981-991.

30. Волосова Н.К. О нестационарном уравнении диффузии с полной производной по времени на прямоугольнике// Евразийское Научное Объединение. –2021. № 1-1 (71). С. 9-14.

31.The role of aeration in forming the thermal regime of a geothermal lake. Anisimova E.P.,Pastukhov D.F.,Speranskaya A.A., Speranskaya O.A.//Izvestiya. Atmospheric and Oceanic Physics.1996. T 32. № 2. C. 268-272.