

**МЯГКИЕ КРАЕВЫЕ УСЛОВИЯ В ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ  
ЗАДАЧЕ ДЛЯ ПРОФИЛЯ СКОРОСТИ В ОТКРЫТОЙ  
ПРЯМОУГОЛЬНОЙ КАВЕРНЕ**

*Н.К. Волосова (аспирант Московского государственного технического университета МГТУ им. Н.Э. Баумана);*

*М.А. Басараб (профессор, д.ф. - м.н. Московского государственного технического университета МГТУ им. Н.Э. Баумана);*

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

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

*(Полоцкий государственный университет)*

*Аннотация:* Рассматривается гидродинамическая задача в открытой прямоугольной каверне (верхняя подвижная крышка через зазор конечной ширины  $\Delta$  вносит в каверну узкий слой жидкости, смешивая его с основным объемом) с мягкими краевыми условиями на правом отрезке, на котором скорость неявно задана краевыми условиями Неймана, а функция тока вычисляется определенным интегралом. Численно функция тока интегрируется отдельно формулами Симпсона для четных и нечетных узлов. Решается задача с шириной зазора  $\Delta = 1/2$ ;  $Re = 500$  с квадратичным профилем горизонтальной скорости на левом отрезке каверны.

*Ключевые слова:* прямоугольная каверна, уравнения в частных производных, уравнения Навье-Стокса, гидродинамика

**NON-STATIONARY HYDRODINAMIC PROBLEM IN AN OPEN  
RECTANGULAR CAVITY**

N.K. Volosova, M.A. Basarab, K.A. Volosov, A.K. Volosova,

D.F. Pastuhov, YU.F. Pastuhov

**Введение.** Рассматривается нестационарная задача движения жидкости слева направо в прямоугольной открытой каверне до её установившегося течения, если через верхнюю  $1 - \Delta \leq y \leq 1$  по высоте часть каверны (через зазор шириной  $\Delta$ ) жидкость на левом отрезке имеет заданный квадратичный профиль горизонтальной скорости, а на правом отрезке у нее мягкие

краевые условия  $\frac{\partial u(1,x)}{\partial x} = 0, 1-\Delta \leq y \leq 1, u(1,y) = 0, 0 \leq y \leq 1-\Delta$ . Данная работа связана с постановкой задач [1],[2],[3],[4],[5],[6] и с работами [7]-[14], [15]-[23]. Методы для решения гидродинамической задачи в закрытой каверне описаны в работах [1]-[6] с решением уравнения Пуассона за конечное число элементарных операций.

### ***Постановка гидродинамической задачи в открытой каверне.***

Данная работа написана для Российской научной библиотеки. Полный текст работы можно прочитать(копировать) в eLibrary.ru, в которой статье присвоен номер eLIBRARY ID: 462200513 .

### **Литература**

1. Волосова Н.К., Басараб М.А., Волосов К.А., Волосова А.К., Пастухов Д.Ф., Пастухов Ю.Ф. Нестационарная гидродинамическая задача в открытой прямоугольной каверне// Евразийское Научное Объединение. – 2021. № 3-1 (73). С. 16-21.
2. Волосова Н.К., Басараб М.А., Волосов К.А., Волосова А.К., Пастухов Д.Ф., Пастухов Ю.Ф. О роли профиля скорости на верхнем отрезке в гидродинамической задаче для прямоугольной каверны// Евразийское Научное Объединение. – 2020. № 5-1 (63). С. 11-17.
3. A. Salih Streamfunction - Vorticity Formulation//Department of Aerospace Engineering Indian Institute of Space Science and Technology, Thiruvananthapuram-Mach 2013. p.10.
4. Волосова Н.К., Волосов К.А., Волосова А.К., Пастухов Д.Ф., Пастухов Ю.Ф. О нестационарном уравнении диффузии с полной производной по времени на прямоугольнике// Евразийское Научное Объединение. – 2021. № 1-1 (71). С. 9-14.
5. Волосова Н.К. Возможные виды течения в закрытой каверне и противоречия в задаче с подвижной крышкой// Евразийское Научное Объединение. – 2020. № 12-1 (70). С. 4-14.
6. Волосова Н.К. О конечных методах решения уравнения Пуассона на прямоугольнике с краевым условием Дирихле // Вестник Полоцкого университета. Серия С. Фундаментальные науки. – 2020. – № 4. – С. 78–92.
7. Волосова Н.К., Басараб М.А., Волосов К.А., Волосова А.К., Пастухов Д.Ф., Пастухов Ю.Ф. Модифицированное разностное уравнение К.Н. Волкова для уравнения Пуассона на прямоугольнике с четвертым порядком погрешности// Евразийское Научное Объединение. – 2020. № 6-1 (52). С. 4-11.

8. Волосова Н.К., Басараб М.А., Волосов К.А., Волосова А.К., Пастухов Д.Ф., Пастухов Ю.Ф. Вычисление поля давления по полю скорости в гидродинамической задаче для прямоугольной каверны// Евразийское Научное Объединение. – 2020. № 9-1 (67). С. 1-8.
9. Фомин А.А., Фомина Л.Н. Численное моделирование течения жидкости в плоской каверне при больших числах Рейнольдса//Вычислительная механика сплошных сред.2014.Т.7.№4.С 363-377.
10. Волосов К.А., Данилов В.Г., Колобов Н.А., Маслов В.П. Доклады академии наук СССР. 1986. Т.33. С. 517.
11. Volosov K.A., Danilov V.G., Maslov V.P. Structure of a weak discontinuity of solutions of quasilinear degenerate parabolic equations// Mathematical Notes. 1988. Т.43. №6. С. 479-485.
12. Danilov V.G., Maslov V.P., Volosov K.A. Mathematical modeling of heat and mass transfer//Originally published in Russian/Dordrecht,1995.
13. Волосов К.А. Одевание решений для некоторых неинтегрируемых задач и некоторые инвариантные свойства анзаца метода Хироты//Дифференциальные уравнения. 2005. Т 41.№ 11.С. 1572-1575.
14. Волосов К.А. О собственных функциях структур, описываемых моделью “мелкой воды” на плоско-сти// Фундаментальная и прикладная математика. 2006. Т. 12.№ 6. С. 17-32.
15. Волосов К.А. Построение решений квазилинейных параболических уравнений в параметрическом виде// Дифференциальные уравнения, 2007, Т.43, №.4., С.492-497.
16. Волосов К.А. Новый метод построения решений уравнений с частными производными в параметрической форме// Известия Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена. 2007. Т.7. № 26. С. 13-20.
17. Волосов К.А. Конструкция решений квазилинейных уравнений с частными производными// Сибирский журнал индустриальной математики 2008, т.11, н.2(34), С. 29-39 .
18. Кравченко М.Ф., Басараб М.А. Булева Алгебра и методы аппроксимации в краевых задачах электродинамики. Физматлит. 2004.
19. 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.
20. 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.
21. Волосова Н.К. Конечные методы решения уравнения Пуассона на произвольном прямоугольнике с краевым условием Дирихле// Евразийское Научное Объединение. – 2020. № 5-1 (63). С. 17-28.
22. В.П. Маслов, В.Г. Данилов, К.А. Волосов. Математическое моделирование процессов тепломассопереноса (эволюция диссипативных структур). С добавлением Н.А. Колобова, - М.:Наука, 1987, 352 с.

23. Атаулаханов Ф.И., Гурия Г.Т., Сорочкина А.Ю. Пространственные аспекты динамики свёртывания крови. Феноменологическая модель.
24. Волосов К.А., Вдовина Е.К., Пугина Л.В. Моделирование «пульсирующих» режимов динамики свёртывания крови. Математическое моделирование. 2014, т 26, н.12, с. 14–32.
25. Чернышов А.С., Горяйнов В.А., Кузнецов С.Ф., Никифорова О.Ю. Применение быстрых разложений для построения точных решений задачи о прогибе прямоугольной мембраны под действием переменной нагрузки//Вестник Томского государственного университета. Математика и механика. – 2021. № 70. С. 127-142.
26. Волосова Н.К. О решении уравнения Пуассона на прямоугольнике с четвертым порядком погрешности за конечное число элементарных операций// Евразийское Научное Объединение. – 2020. № 2-1 (60). С. 11-17.
27. 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.
28. 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. Т 32. № 2. С. 268-272.
29. Волосова Н.К., Волосов К.А., Волосова А.К., Карлов М.И., Пастухов Д.Ф., Пастухов Ю.Ф. Вычисление производных дробного порядка, принимающего значения на интервале(0,1) с высокой степенью точности// Евразийское Научное Объединение. – 2021. № 2-1 (72). С. 30-37.
30. Волосова Н.К., Волосов К.А., Волосова А.К., Пастухов Д.Ф., Пастухов Ю.Ф. Вычисление производных дробного порядка с высокой степенью точности// Евразийское Научное Объединение. – 2020. № 11-1 (69). С. 1-9.
31. Пастухов Ю.Ф., Пастухов А.Ю., Карлов М.И., Пастухов Д.Ф., Волосова Н.К., Чернов С.В. Поиск наилучшего приближения в метрике квадратичного отклонения ступенчатыми функциями для обратной функции плотности распределения Лапласа (Определение уровней восстановления для плотности распределения Лапласа)// Евразийское Научное Объединение. – 2021. № 1-1 (71). С. 49-54