

Секция «Вычислительная математика, математическое моделирование и численные методы»

**Математическое моделирование взаимодействия волн на поверхности жидкости**

Лапонин Владислав Сергеевич<sup>1</sup>, Складчиков Сергей Андреевич<sup>2</sup>, Юсупалиев Усен -<sup>3</sup>,  
Савенкова Надежда Петровна<sup>4</sup>, Анпилов Сергей Валерьевич<sup>5</sup>

1 - Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Факультет вычислительной математики и кибернетики, Кафедра вычислительных методов, Москва, Россия; 2 - Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Факультет вычислительной математики и кибернетики, Кафедра вычислительных методов, Москва, Россия; 3 - Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Физический факультет, Кафедра атомной физики, физики плазмы и микроэлектроники, Москва, Россия; 4 - Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Факультет вычислительной математики и кибернетики, Кафедра вычислительных методов, Москва, Россия; 5 - Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Факультет вычислительной математики и кибернетики, Кафедра вычислительных методов, Москва, Россия

*E-mail: lap@cs.msu.ru*

История солитонов восходит фактически в 1834 году, когда Джеймс Скотт Рассел обнаружил, что вал воды в канале распространяется без искажений на протяжении нескольких километров [1-5]. Позже эти волны были названы уединенными. Однако их свойства не были полностью поняты до введения соответствующих математических моделей и развития метода обратной задачи рассеяния в 1960-х годах. Термин солитон был введен в 1965 году, чтобы отразить частицеподобную природу уединенных волн, которые сохраняются даже после столкновений. Следует подчеркнуть, что в физической литературе не всегда делается различие между солитоном и уединенной волной, и очень часто все уединенные волны называются солитонами [2-3].

Теоретическое обоснование явления, которое наблюдал Рассел, сделали Буссинеск, Кортвег и де Фриз. Уравнение Кортвега де Фриза (КдФ) можно получить из уравнений длинных волн, распространяющихся по поверхности идеальной жидкости. Современные решения уравнения КдФ в виде уединенных волн началось с работы Ферми, Пасты, Улама, в которой исследовалась задача о прохождении теплового хаоса в цепочке нелинейно связанных осцилляторов. Было обнаружено распределение энергии по всем модам и возвращение системы к начальному состоянию с одной возбужденной модой. Далее Забуски и Крускал численно исследовали данную задачу, перейдя от дискретной задачи в виде цепочки точечных осцилляторов к непрерывной модели в виде замкнутой кольцевой траектории для плазмы. Результаты расчетов показали трансформацию начального синусоидального профиля в цепочку импульсов, в которой самый большой импульс был впереди остальных. Забуски и Крускал показали, что импульс с большей амплитудой догонял остальные и, сохраняя профиль, проходил через них [3]. Единственным следствием столкновения был фазовый сдвиг.

Целью настоящей работы является численное моделирование [4-7] возникновения и динамики развития уединенной волны в канале с покоящейся жидкостью под действием непрерывного ветра, формирующегося несколькими распределенными по ширине канала источниками, а также численное исследование взаимодействия уединенных волн [4-5].

**Источники и литература**

- 1) Russell J.S. Report of 14th Meeting of the British Association for Advancement of Science,

- York, September 1844. P. 311-390.
- 2) Gardner C.S., Green У.М., Kruskal M.D., Miura R.M. // Phys. Rev. Lett. 1967. V. 19. P. 1095.
  - 3) Zabusky N.J., Kruskal M.D. // Phys. Rev. Lett. 1965. V. 15. P. 240.
  - 4) Математическое моделирование формирования уединенной волны на поверхности жидкости / Р. Кузьмин, В. Лапонин, Н. Савенкова, С. Складчиков // Инженерная физика. — 2014. — № 8. — С. 19–24.
  - 5) Laponin V., Savenkova N., Il'utko V. Numerical method for soliton solutions // Computational Mathematics and Modeling. — 2012. — Vol. 23, no. 3. — P. 254–265.
  - 6) Yusupaliyev U., Savenkova N.P., Shuteyev S.A., Skladchikov S.A., Maslov A.K., Yelensky V.G. Computer simulation of vortex self-maintenance and amplification // MOSCOW UNIVERSITY PHYSICS BULLETIN. - 2013 - vol. 68, no. 4 - p. 317-319
  - 7) Savenkova N.P., Anpilov S.V., Kuzmin R.N., Provorova O.G., Piskazhova T.V. Reduction cell multiphase 3D model // Applied Physics no. 3 - p. 111-115