
Хмельник С. И.

Неволновая математическая МОДЕЛЬ ВОДНОГО СОЛИТОНА

Аннотация

Показывается, что водный солитон, будучи "родоначальником" теории солитонов, выпадает из волновой математической модели солитонов. Поэтому ниже рассматривается неволновая математическая модель, рассматриваются потоки вещества и энергии внутри водного солитона, выявляется источник энергии, объясняются его форма и причины устойчивости формы и движения солитона в целом. Эта модель полностью аналогична математической модели песчаного вихря [1].

Оглавление

1. Введение
 2. Математическая модель
 3. Потоки энергии
 4. Вертикальная устойчивость
 5. Движение вихря
- Приложение
Литература

Введение

Изучение солитонов началось с известного наблюдения Рассела за появлением и движением водного солитона. С тех пор появилось много различных математических моделей солитона, а водный солитон превратился в незначительный частный случай большой группы физических явлений, соответствующих этим математическим моделям [2-5]. Однако, насколько известно автору, эти модели рассматривают волновые процессы, а в водных солитонах явным образом наблюдаются процессы переноса вещества. Морская волна переносит энергию, но оставляет на месте воду – вода только колеблется по вертикали. Солитон переносит воду – цунами, продолжающее движение по суше, должно быть доказательством этого. Кроме того, перенос воды по горизонтали

невозможно объяснить колебанием масс по вертикали и преобразованием кинетической энергии в потенциальную и обратно. Перенос воды по горизонтали должен быть связан с горизонтальным потоком кинетической энергии, который не может быть получен из потенциальной энергии. Можно вспомнить про ветер, но даже в первом наблюдении Рассела не было ветра. Посмотрим на фотографии цунами – см. рис. 1 и рис. 2. Кажется неубедительным представлением о том, что причиной движения этой машины является ветер и нелинейность среды. Создается впечатление, что внутри этого "устройства" есть собственный двигатель, а сопротивление среды – лишь катализатор, сила, которая давит на педаль газа.

Поэтому ниже рассматривается неволновая математическая модель, рассматриваются потоки вещества и энергии внутри водного солитона, выявляется источник энергии.

Рассмотрим вначале солитон с цилиндрическим основанием. Его математическая модель аналогична математической модели песчаного вихря. Тело солитона пронизывают потоки гравитационной энергии, которые создаются массовыми токами. Формульные зависимости между токами и потоками энергии рассмотрены в [1] для песчаного вихря. Этими же зависимостями можно воспользоваться в данном случае.



Рис. 1.



Рис. 2.

2. Вертикальная устойчивость

Явное отличие, которое необходимо обосновать, - колоколообразная форма водяного солитона в отличие от цилиндрической формы песчаного вихря. Это отличие обусловлено тем, что верхние слои солитона давят на нижние слои силой тяжести. Рассмотрим, к чему это приводит.

В частности, в теле солитона существует поток энергии, направленный по вертикали, с плотностью

$$S_z = -j_\phi h_\phi r^2 \frac{\alpha}{2}. \quad (30)$$

давления, действующую в каждом сечении на тело солитона радиусом R ,

$$F_{z0} = -\frac{1}{c} \int_0^R S_z 2\pi r \cdot dr = \frac{1}{c} j_\phi h_\phi \pi \alpha \int_0^R r^3 \cdot dr = \frac{j_\phi h_\phi \pi \alpha R^4}{4c}. \quad (32)$$

Поскольку поток энергии (30) направлен вниз, то противоположно направленная ему сила (32) направлена вверх и поддерживает солитон в вертикальном положении. Ей противодействует и уравновешивает ее сила тяжести.

Отсюда следует, что радиус солитона должен убывать при увеличении z . Оценим зависимость радиуса от z , обозначив ее как $R(z)$. Итак,

$$F_{z0} = \frac{j_\phi h_\phi \pi \alpha}{4c} (R(z))^4. \quad (33)$$

Сила тяжести части вихря расположенного выше уровня равна

$$P(z) = - \int_z^L p \cdot \pi(R(z))^2 dz. \quad (34)$$

где p – плотность воды. Силы (33, 34) уравновешиваются, т.е.

$$\frac{j_\phi h_\phi \pi \alpha}{4c} (R(z))^4 = \int_z^L p \cdot \pi(R(z))^2 dz. \quad (35)$$

Дифференцируя это выражение, получаем:

$$\frac{j_\phi h_\phi \pi \alpha}{4c} \cdot \frac{d}{dz} \left((R(z))^4 \right) = -p \cdot \pi(R(z))^2$$

или

$$(R(z)) \frac{d(R(z))}{dz} = -\eta, \quad (36)$$

где

$$\eta = \frac{pc}{j_\phi h_\phi \alpha}. \quad (36a)$$

Функция $R(z)$ определяется как решение этого уравнения. Для этого должны быть задано начальное условие $R(0)$. Для иллюстрации на рис. 3 показаны функции $R(z)$ и $R'(z)$ при $R(0)=10$ и $\eta=2$ - верхние кривые, $\eta=3$ - нижние кривые.

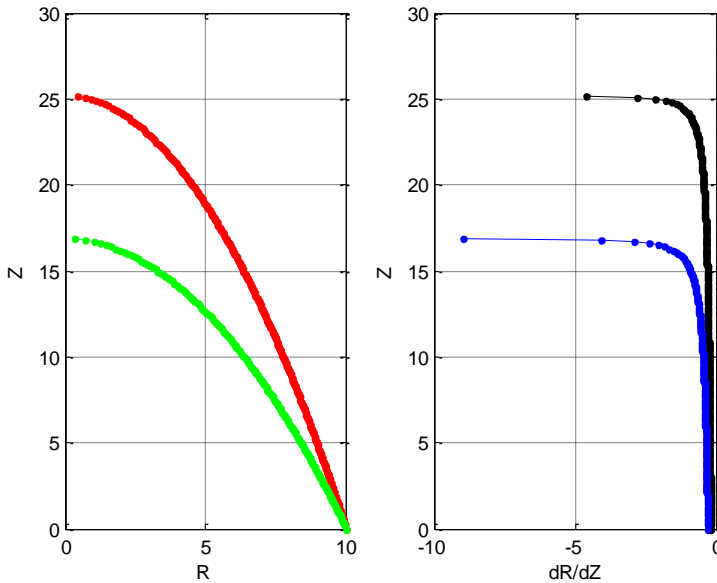


Рис. 3.

При данном $R(z)$ можно по (34) найти вес солитона

$$P_o = -p \cdot \pi \int_o^L (R(z))^2 dz, \quad (37)$$

объем солитона

$$V_o = \pi \int_o^L (R(z))^2 \cdot dz \quad (38)$$

и высоту центра тяжести солитона

$$L_o = \frac{p \cdot \pi}{P_o} \int_o^L (R(z))^2 z \cdot dz. \quad (39)$$

Потенциальная энергия солитона

$$W_p = P_o L_o / g \quad (40)$$

где g - ускорение свободного падения. Объединяя (39, 40), находим

$$W_p = \frac{p \cdot \pi}{g} \int_o^L (R(z))^2 z \cdot dz. \quad (41)$$

Кинетическая энергия солитона W_k , в котором масса циркулирует "верх-вниз", равна потенциальной энергии (если пренебречь потерями на внутреннее трение), т.е.

$$W_k \approx W_p. \quad (42)$$

Эта энергия является энергией массовых токов. Потери этой энергии на внутреннее трение пополняются энергией гравитационного поля.

В момент образования солитона он получает энергию $W_o \approx W_k \approx W_p$. Из (36, 41) следует, что энергия W_o , начальный радиус $R_o = R(0)$ зависит от начальной энергии W_o (при данных p, g, η). В свою очередь, от $R(0)$ зависят высота, форма, объем, вес солитона. Рассмотрим эти зависимости при $p = 1, g = 10, \eta = 2$ - см. рис. 4, где верхние кривые относятся к значениям W_o , указанным на оси, а нижние к значениям $W_o/10$.

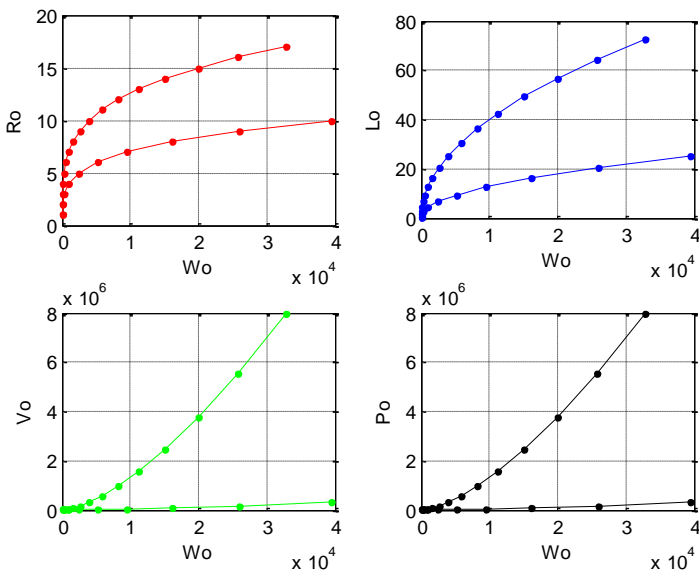


Рис. 4.

На рис. 5 показана зависимость высоты солитона от нижнего радиуса $L_o = f(R_o)$. Вид этой функции зависит от коэффициента η . При известной из наблюдений функции $L_o = f(R_o)$ можно найти значение коэффициента η . На рис. 5 коэффициент $\eta = 2, 4, 7$ (верхняя, средняя, нижняя кривые соответственно).

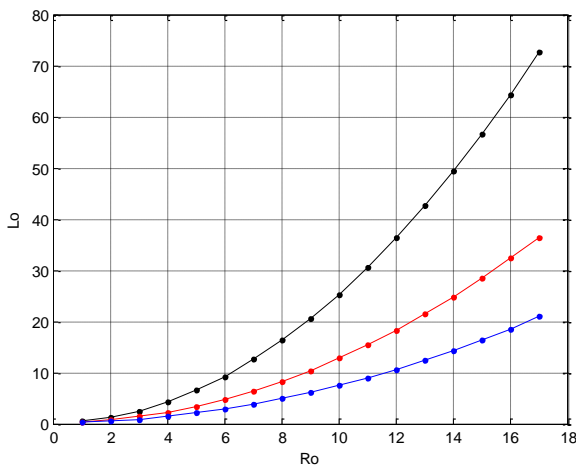


Рис. 5.

5. Движение солитона

Траектория движения солитона плохо предсказуема. Для того чтобы показать, что движение солитона совершается за счет внутренней энергии (а не за счет силы ветра) нужно обратиться к рассмотрению внутреннего потока электромагнитной энергии, как это сделано в [6] для песчаного вихря. Там показано, что, кроме вертикального потока энергии существует еще поток энергии, направленный против скорости движения солитона. В соответствии с законом сохранения импульса, этот поток создает механический импульс солитона, направленный вдоль скорости. Таким образом, существует положительная обратная связь между скоростью солитона и его механическим импульсом: **начав движение, солитон разгоняется.**

Гравитационная энергия в солитоне преобразуется в кинетическую энергию внутренних струй воды, которая, в свою очередь, преобразуется в тепловую энергию трения и в кинетическую энергию движения солитона.

Литература

1. Хмельник С.И. Математическая модель песчаного вихря, <http://vixra.org/pdf/1504.0169v3.pdf>
2. Верин О.Г. Солитон и физика, <http://www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/12297.html>
3. Кудрящов Н.А. Нелинейные волны и солитоны, 1997, <http://www.pereplet.ru/obrazovanie/stsoros/265.html>
4. Многоликий солитон, <http://ilib.mccme.ru/djvu/bib-kvant/soliton.htm>
5. Теория солитонов. Математическое описание и физические приложения, http://ksit.psu.ru/dmdocuments/Solitons_auo_book.pdf
6. Хмельник С. И. Дополнение к математической модели песчаного вихря, <http://vixra.org/pdf/1505.0054v1.pdf>