

УДК 639.2.081.117

СОЗДАНИЕ КОМПЬЮТЕРНОЙ ПРОГРАММЫ ПО РАСЧЕТУ ХАРАКТЕРИСТИК КОШЕЛЬКОВОГО НЕВОДА ПРИ ЕГО ПОГРУЖЕНИИ

А.А. Недоступ, А.О. Ражев

ФГБОУ ВПО «Калининградский государственный технический университет»,
Россия, 236022, г. Калининград, Советский проспект, 1
E-mail: nedostup@klgtu.ru

Приводится реализация математического моделирования процесса погружения сетной стенки кошелькового невода в программной среде Embarcadero RAD Studio XE.

кошельковый невод, моделирование, компьютерная программа, Embarcadero RAD Studio XE

ВВЕДЕНИЕ

Исследования процессов эксплуатации кошельковых неводов, как и других орудий лова, в основном базируются на физических экспериментах. Между тем необходимо отметить, что в последние годы в мире, а именно в таких странах, как Япония и Корея, широко используются компьютерные программы моделирования работы кошельковых неводов [1, 2]. Математические модели проектирования, применяемые в компьютерных программах, обеспечивают быстрый расчет таких параметров, как глубина погружения сетной стенки кошелькового невода, время погружения и др.

Наиболее удобной средой для компьютерного моделирования физических процессов орудий и процессов рыболовства является Embarcadero RAD Studio XE [3]. Программное обеспечение RAD Studio XE рассчитано на работу в операционных системах семейства Windows с использованием языков программирования Delphi, C++, NET и PHP, а также разработки веб-приложений с JavaScript.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Движение кошелькового невода определяется действующими на него силами: гидродинамическими, веса невода и связей с судном. Этот процесс – динамический. Особое значение имеют достаточно точный расчет и оценка влияния гидродинамических сил, что позволяет на стадии проектирования обоснованно определять необходимые параметры и характеристики невода и судовых механизмов, а в условиях промысла – контролировать поведение кошелькового невода. Наличие подводного течения усложняет задачу математического моделирования процесса погружения сетной стенки кошелькового невода на заданную глубину. Оно вызывает перемещение элементов невода и нижней подборы по оси ОХ (в горизонтальной плоскости) [4, 5].

Метод Рунге-Кутты является одним из алгоритмов решения обыкновенных дифференциальных уравнений и их систем [4, 5]. Он применяется в таких математических пакетах, как Maple, MathCAD, Maxima. Данный метод является итера-

ционным и приближенным. Точность вычисления зависит от порядка точности. Наибольшее распространение получил метод четвертого порядка, который принято называть классическим методом Рунге-Кутты. Рассмотрим алгоритм классического метода Рунге-Кутты (рис. 1). Входными параметрами алгоритма являются x , y . Необходимо найти:

$$y' = f(x, y). \quad (1)$$

Пусть $y(x_0) = y_0$. Тогда приближенное значение в последующих точках вычисляется по итерационной формуле:

$$y_{n+1} = y_n + \frac{1}{6}(k_1 + 2k_2 + 2k_3 + k_4). \quad (2)$$

Вычисление нового значения проходит в четыре стадии:

$$\begin{aligned} k_1 &= hf(x_n, y_n), \\ k_2 &= hf\left(x_n + \frac{h}{2}, y_n + \frac{1}{2}k_1\right), \\ k_3 &= hf\left(x_n + \frac{h}{2}, y_n + \frac{1}{2}k_2\right), \\ k_4 &= hf(x_n + h, y_n + k_3), \end{aligned} \quad (3)$$

где h – величина шага сетки по x .

У этого метода четвёртый порядок точности, т. е. суммарная ошибка на конечном интервале интегрирования, имеет порядок $O(h^4)$ (ошибка на каждом шаге порядка $O(h^5)$).

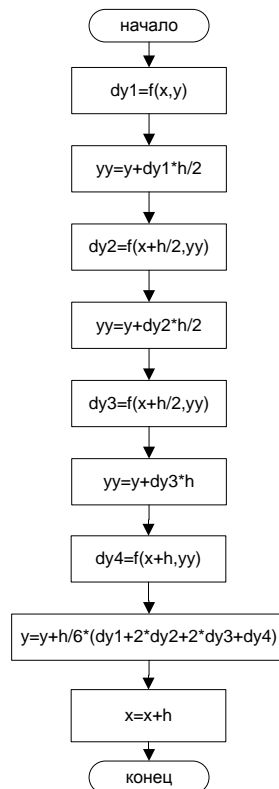


Рис. 1. Алгоритм метода Рунге-Кутты
Fig. 1. The algorithm of the Runge-Kutta

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Для моделирования погружения полоски кошелькового невода (КН) была разработана компьютерная программа (КП) «Погружение кошелькового невода». Внешний вид КП показан на рис. 2. Рабочее пространство КП разбито на несколько областей:

1. Входные параметры.
2. Промежуточные параметры.
3. Выходные параметры.
4. Область просмотра процесса и результатов моделирования.

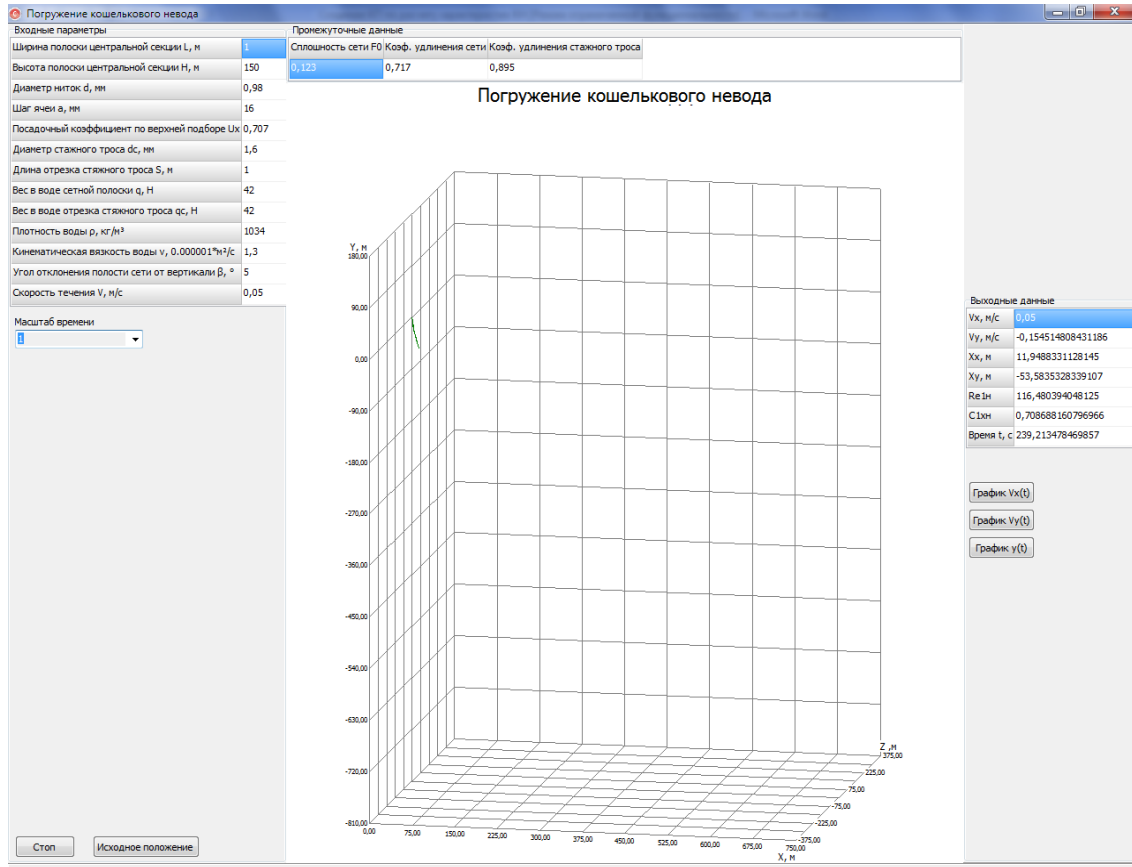


Рис. 2. Окно компьютерной программы «Погружение кошелькового невода»

Fig. 2. Window of the computer program «Dive purse seine»

Управление процессом моделирования осуществляется посредством задания входных параметров. Моделирование запускается нажатием кнопки «Старт» и останавливается кнопкой «Стоп». В процессе моделирования текущие значения отображаются в областях промежуточных и выходных параметров (см. рис. 3). При этом в области просмотра можно посмотреть вид сетной полоски КН в трехмерном изображении (см. рис. 4).

Одновременно с моделированием при помощи манипулятора «мышь» можно перемещать, поворачивать и масштабировать изображение КН. При необходимости нажатием на кнопку «Исходное положение» можно вернуть первоначальный вид КН.

Vx, м/с	0,05	
Vy, м/с	-0,229142258816441	
Xx, м	3,18062998781438	
Xy, м	-21,8986842162265	
Re1н	172,738010492394	
C1хн	0,665385855294985	
Время t, с	63,8494159698472	

Сплошность сети F0	Козф. удлинения сети	Козф. удлинения стажного троса
0,123	0,717	0,895

Рис. 3. Выходные и промежуточные параметры КН
 Fig. 3. Output and intermediate parameters purse seine



Рис. 4. Вид процесса погружения КН
 Fig. 4. Process immersion purse seine

Входные параметры КП приведены на рис. 5. Смысл всех параметров, кроме последнего – «Масштаб времени», понятен из их названия. Параметр «Масштаб времени» задает соотношение реального времени к модельному и может принимать значения 1:1, 1:2, 1:5, 1:10, 1:50, 1:100. Например, значение 1:100 ускоряет процесс моделирования в 100 раз.

Ширина полоски центральной секции L, м	1
Высота полоски центральной секции H, м	150
Диаметр ниток d, мм	0,98
Шаг ячеи a, мм	16
Посадочный коэффициент по верхней подборе Ux	0,707
Диаметр стажного троса ds, мм	1,6
Длина отрезка стажного троса S, м	1
Вес в воде сетной полоски q, Н	42
Вес в воде отрезка стажного троса qs, Н	42
Плотность воды ρ , кг/м ³	1034
Кинематическая вязкость воды ν , 0.000001*м ² /с	1,3
Угол отклонения полости сети от вертикали β , °	5
Скорость течения V, м/с	0,05
Масштаб времени	
	1

Рис. 5. Входные параметры КН
Fig. 5. Inputs of purse seine

Результат моделирования можно посмотреть на графиках (рис. 6-8). Для этого необходимо нажать на одну из трех кнопок: «График $V_x(t)$ », «График $V_y(t)$ » или «График $y(t)$ ».

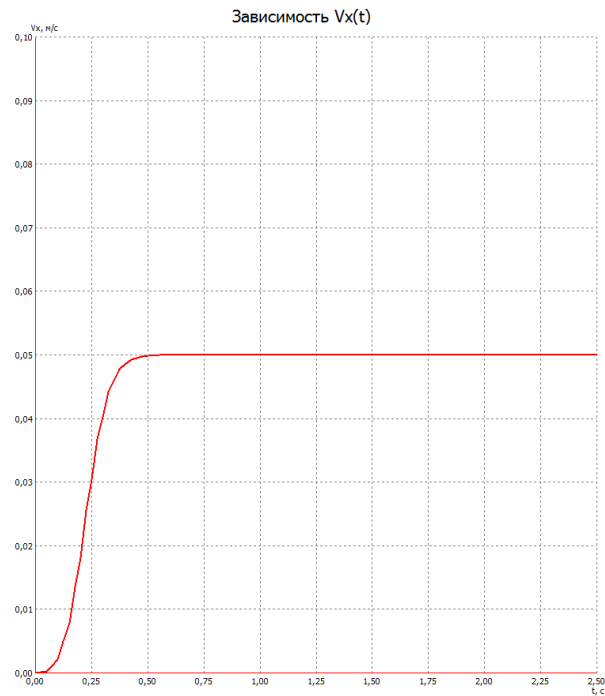


Рис. 6. График зависимости горизонтальной скорости КН от времени погружения
Fig. 6. A plot of the horizontal velocity of the dive purse seine

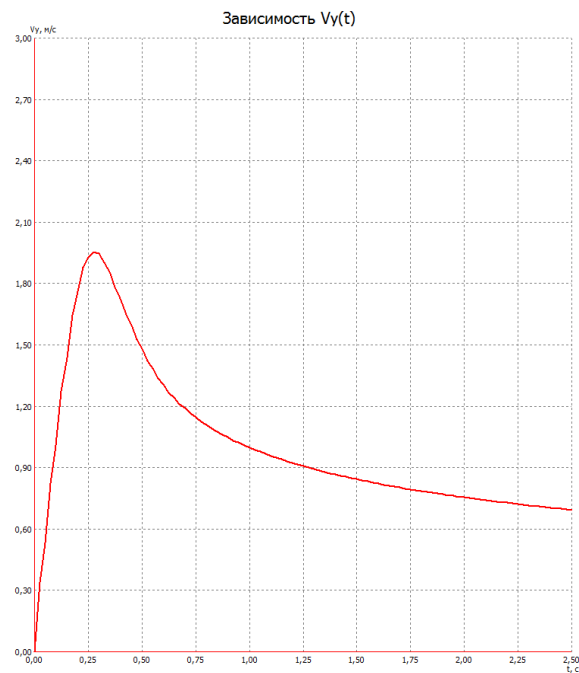


Рис. 7. График зависимости скорости погружения КН от времени погружения
 Fig. 7. Plot of the sink rate of the dive purse seine

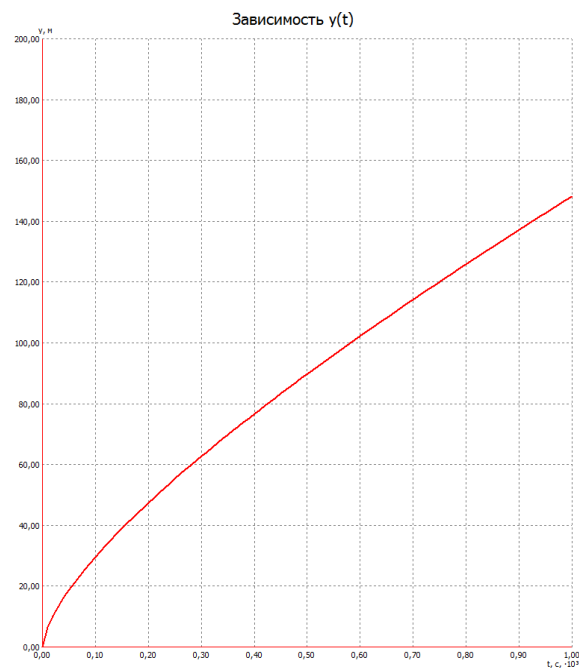


Рис. 8. График зависимости глубины погружения КН от времени погружения
 Fig. 8. Plot of the depth of the dive purse seine

Таким образом, разработанная компьютерная программа моделирования процесса погружения сетной стенки кошелькового невода в среде Embarcadero RAD Studio XE позволяет использовать ее в учебных и производственных целях.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Won S., Lee C., Kim Y., Kim H., Cha B., Kim H. Model experiments to estimate a purse seine net shape during the shooting and pursing/ International workshop - Methods for the development and evaluation of maritime technologies. DEMAT 2001. V 2. 2002. Rostock. p. 129 - 136.
2. Kim K., Lee C-W., Kim H., Cha B. Verification of mathematical model on purse seine gear through sea trials and dynamic simulation/ International workshop - Methods for the development and evaluation of maritime technologies DEMAT 2005. V 4. 2006. Busan. - p. 27-40.
3. Недоступ, А.А. Методы расчета сетных активных орудий прибрежного и океанического рыболовства. Методы расчета донных и разноглубинных тралов: монография / А.А. Недоступ. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВПО «КГТУ», 2011. – 156 с.
4. Недоступ, А.А. Математическое моделирование процесса погружения стенки кошелькового невода / А.А. Недоступ, А.В. Полозков // Рыбное хозяйство. – 2011. – №3. – С. 100-102.
5. Недоступ, А.А. Математическое моделирование процесса погружения сетной стенки кошелькового невода под действием течения / А.А. Недоступ, В.А. Наумов, А.О. Ражев // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии, Орел. –2012. – №. 2-3 (292). – С. 80-86.

Статья подготовлена в рамках выполнения гранта РФФИ № 11-08-00096-а.

CREATING A COMPUTER PROGRAM FOR CALCULATION OF CHARACTERISTICS OF A PURSE SEINE WHEN DIVES

A.A. Nedostup, A.O. Razhev

The article presents the implementation of mathematical modeling of wall dives purse seine netting in the software environment Embarcadero RAD Studio XE.

purse seine, modeling, computer program, Embarcadero RAD Studio XE