

УДК 639.2.081.117.4

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ВЫВОДА БЕЗРАЗМЕРНЫХ ЗАВИСИМОСТЕЙ  
ПРОЦЕССА ПОГРУЖЕНИЯ СЕТНОЙ СТЕНКИ КОШЕЛЬКОВОГО НЕВОДА

А. А. Недоступ, В. В. Макаров

PROBLEM STATEMENT OF DRAWING DIMENSIONLESS DEPENDENCIES OF  
IMMERSION PROCESS OF THE PURSE SEINE NET WALL

A. A. Nedostup, V. V. Makarov

В ходе работы по изучению скорости погружения нижней подборы кошелькового невода при наличии бокового течения в декабре 2014 года проведены модельные испытания в гидроканале ОАО «МариНПО» с целью получения наглядного материала для последующей обработки и разработки рабочей теории по определению скорости погружения нижней стенки кошелькового невода при условии бокового течения. В соответствии с разработанной методикой проведения исследований построены три модели, которые погружались с тремя различными нагрузками нижней подборы. В ходе экспериментов измеряли время и глубину ее погружения. По результатам обработки данных построены графики зависимостей и разработана теория смещения нижней подборы кошелькового невода при условии бокового течения. Рассмотрена зависимость параметров, влияющих на погружение и отклонение невода от оси ОУ, определена зависимость между скоростью течения и длиной кошелькового невода. Все параметры разбиты на две группы: постоянные и переменные, описаны схема погружения и силы, влияющие на погружение невода.

*кошельковый невод, экспериментальные исследования*

In December 2014 in the course of research of the sinking rate of the purse seine (PS) bottom line in the presence of lateral flow model experiments were carried out in the experimental channel of "MariNPO". The purpose of the experiments was to obtain visual material for further processing and development of a working theory to determine the sinking rate of the purse seine bottom wall under condition of lateral flow. According to the developed research methodology 3 models were built which had been sunk with 3 different loads of the bottom line. During research the time and depth of the bottom line sinking were measured. Considering the results of the research dependencies diagram have been plotted. When analyzing the graphs a theory of bottom line shift of the purse seine under conditions of lateral flow. The dependence of the parameters affecting the immersion of the seine and the deviation from OY axis has

been considered; the dependency between the flow rate and the length of the purse seine has been defined. All the parameters are divided into 2 groups: fixed and variable, described immersion procedure and the forces affecting immersion of the seine.

*purse seine, experimental studies*

В декабре 2014 г. прошли экспериментальные работы по погружению стенки кошелькового невода (далее КН). Опыты проводились в гидроканале ОАО «МариНПО».

Целью опытов было получение наглядного материала для последующей обработки и разработки рабочей теории по определению скорости погружения нижней стенки кошелькового невода при условии бокового течения.

Были созданы три модели кошельковых неводов. Прототипом послужил отчет натурных испытаний 014-119-000 (1985 года) с кошельковым неводом 740×225 по чертежу 014-93-100 с характеристиками [1]:

длина верхней подборы, м -	703,0
длина нижней подборы, м -	882,0
максимальная высота невода в жгуте, м -	225,0
загрузка нижней подборы (штатная), кг -	2199,0
загрузка нижней подборы (с дополнительными грузилами), кг -	2888,0

Построенные модели обладали следующими характеристиками (таблица).

Таблица. Основные характеристики моделей кошелькового невода  
Table. Basic parameters of the purse seine models

Модель	$L_{жс}$ , м	$H_{жс}$ , м	$L_{вп}$ , м	$H_n$ , м	$a$ , мм	$d$ , мм	$u_x$	$u_y$	$F_0$
1	10	2,1	7	1,5	10,0	1,16	0,7	0,714	0,210
2					6	0,4			0,133
3					10,0	0,95			0,190

Здесь  $L_{жс}$  - длина верхней подборы в жгуте;  $H_{жс}$  - высота невода в жгуте;  $L_{вп}$  - длина верхней подборы в посадке;  $H_n$  - высота невода в посадке;  $a$  - шаг ячеи;  $d$  - диаметр нитки;  $u_x$  - горизонтальный посадочный коэффициент;  $u_y$  - вертикальный посадочный коэффициент;  $F_0$  - сплошность.

По условиям эксперимента невода погружались с тремя загрузками: 0Т (без загрузки - 0 кг), 1Т (стандартная загрузка), 1,5Т (увеличенная на 50% загрузка по сравнению со стандартной). Загрузки 1Т и 1,5Т были рассчитаны на основе отчета о натурных экспериментах в соответствии с силовым масштабом. По результатам расчетов получены значения загрузок 1Т – 0,241 кг, 1,5 Т – 0,317 кг.

Заметы проводились как на спокойной воде, так и на течении со скоростями потока 0,2; 0,3 и 0,4 м/с (рис. 1, 2). Для фиксации погружения использовалась фото- и видеотехника.

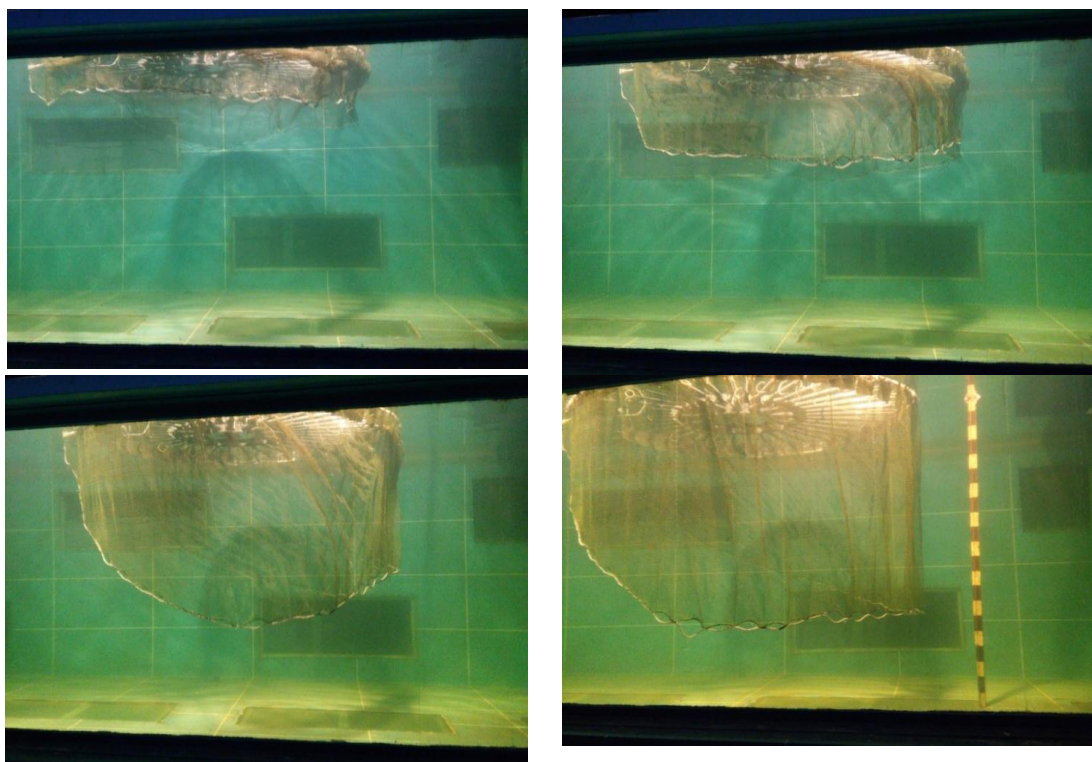


Рис. 1. Погружение модели кошелькового невода  
Fig. 1. Immersion of the purse seine model

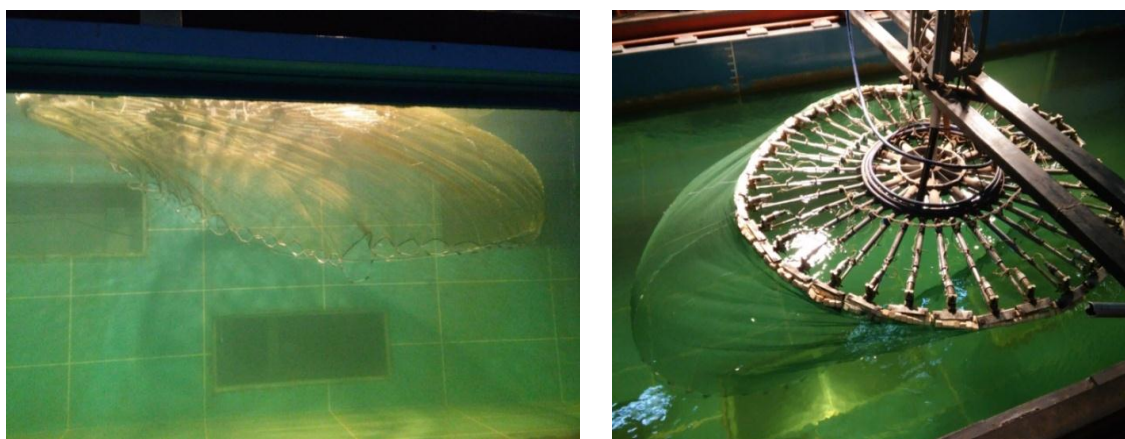


Рис. 2. Модель кошелькового невода на течении  
Fig. 2. The purse seine model in flowing

На основе проведенных опытов сделаны графики погружения невода [2].  
На рис. 3-5 представлены графики погружения модели 1 при различных нагрузках - 0Т, 1Т, 1.5Т.

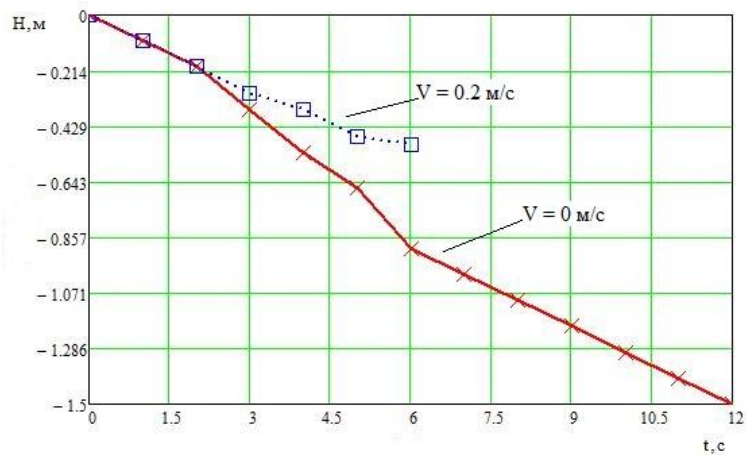


Рис. 3. График зависимости  $H=f(V_m)$  при загрузке 0T  
Fig. 3. Dependency diagram  $H = f(V_m)$

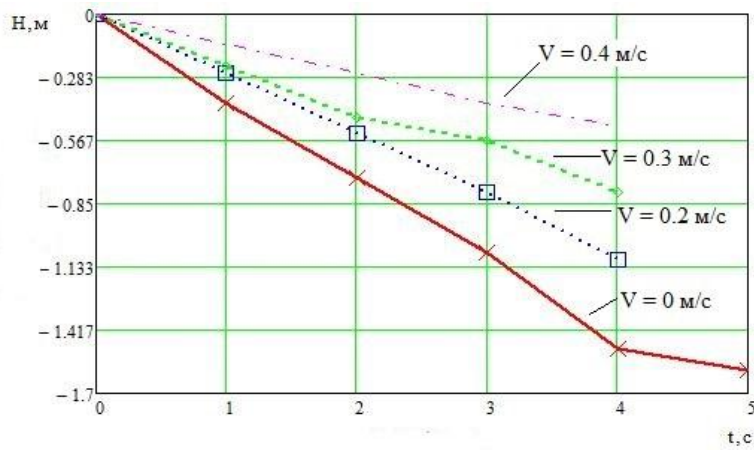


Рис. 4. График зависимости  $H=f(V_m)$  при загрузке 1T  
Fig. 4. Dependency diagram  $H = f(V_m)$

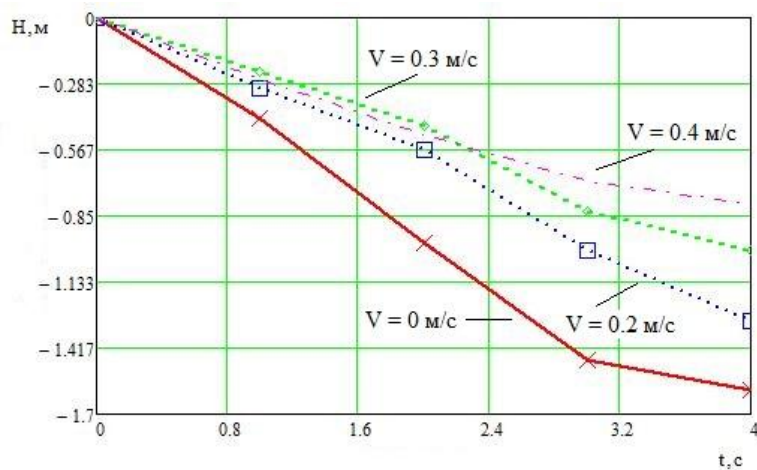


Рис. 5. График зависимости  $H=f(V_m)$  при загрузке 1.5T  
Fig. 5. Dependency diagram  $H = f(V_m)$

Рассмотрим зависимость параметров, влияющих на погружение и отклонение невода от оси ОУ

$$\begin{cases} \lambda = f(F_0, a_1, a_2, a_3, \tau, v, \chi, \psi); \\ \omega = f(F_0, a_1, a_2, a_3, \tau, v, \chi, \psi). \end{cases} \quad (1)$$

Все величины можно разбить на постоянные и переменные.

К постоянным относятся:

1)  $F_0$  - сплошность:

$$F_0 = F_{0cp.в} = \frac{d_{cp.в}}{a_{cp.в}} \frac{1}{U_{хср.в} U_{усп.в}}, \quad (2)$$

где  $F_{0cp.в}$  - средневзвешенное значение сплошности;  $d_{cp.в}$  – средневзвешенное значение диаметра нитки, м,  $a_{cp.в}$  – средневзвешенное значение шага ячеи, м;  $U_{хср.в}$  - средневзвешенное значение горизонтального посадочного коэффициента;  $U_{усп.в}$  - средневзвешенное значение вертикального посадочного коэффициента;

2)  $a_1$  - коэффициент, характеризующий отношение

$$a_1 = \frac{q_c}{q_{осн}}, \quad (3)$$

где  $q_c$  - вес сети в воде, Н;  $q_{осн}$  - вес оснастки в воде нижней подборы, Н;

3)  $a_2$  - коэффициент, характеризующий отношение

$$a_2 = \frac{Q_{осн}}{q_c + q_{осн}}, \quad (4)$$

где  $Q_{осн}$  – сила плавучести верхней подборы, Н;

4)  $a_3$  - коэффициент, характеризующий отношение

$$a_3 = \frac{H_{нос}}{H_{жгут}}, \quad (5)$$

где  $H_{нос}$  – высота невода в посадке, м;  $H_{жгут}$  – высота невода в жгуте, м.

Переменные величины:

1)  $\tau$  – относительное время погружения невода:

$$\tau = \frac{t_{погр}}{t_{max}}, \quad (6)$$

где  $t_{погр}$  – время погружения стенки невода каждую секунду, с;  $t_{max}$  – время погружения стенки невода, с;

2)  $v$  – относительная скорость:

$$v = \frac{V_{меч}}{V_{погр}}, \quad (7)$$

где  $V_{теч}$  – скорость течения, м/с;  $V_{погр}$  – скорость погружения невода по оси OY, м/с.

Схема погружения кошелькового невода изображена на рис. 6

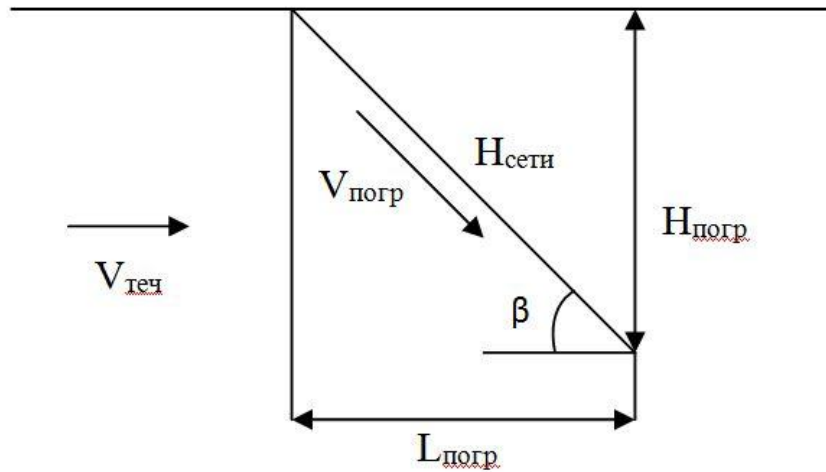


Рис. 6. Схема погружения кошелькового невода  
Fig. 6. Immersion procedure of the purse seine

Здесь  $L_{погр}$  – расстояние погружения сети, м;  $H_{сети}$  – длина кошелькового невода (перемещенная), м;  $H_{погр}$  – высота погружения кошелькового невода, м;  $\beta$  – угол между стенкой невода и потоком, град.

3)  $\lambda$  – относительная глубина погружения КН:

$$\lambda = \frac{H_{погр}}{H_{сети}}; \quad (8)$$

$$\begin{cases} \cos\beta = \frac{L_{погр}}{H_{сети}}; \\ \cos\beta = v; \\ \operatorname{tg}\beta = \frac{H_{погр}}{L_{погр}}. \end{cases} \quad (9)$$

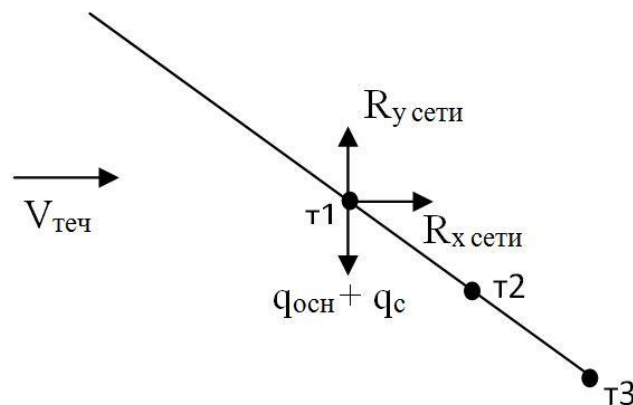


Рис. 7. Силы, действующие на стенку невода при погружении  
Fig. 7. Forces acting on the net wall when submerged

Здесь  $R_{x \text{ сети}}$  – сопротивление сети, Н;  $R_{y \text{ сети}}$  – распорная сила сети, Н;  $t_1, t_2, t_3$  – момент погружения нижней подборы.

4)  $\varphi$  – безразмерный вес оснастки нижней подборы [3]:

$$\varphi = \frac{Q_{осн}}{R_{x \text{ сети}}}; \quad (10)$$

5)  $\zeta$  – безразмерный вес в воде сети:

$$\zeta = \frac{q_c}{R_{x \text{ сети}}}; \quad (11)$$

6)  $\xi$  – безразмерная распорная сила сети:

$$\xi = \frac{R_{y \text{ сети}}}{R_{x \text{ сети}}}; \quad (12)$$

7)  $\psi$  – безразмерная сила плавучести оснастки верхней подборы сети

$$\psi = \frac{Q_{осн}}{R_{x \text{ сети}}}; \quad (13)$$

8)  $\chi$  – безразмерная вертикальная составляющая результирующей силы сети (условие – верхняя подбора сети находится на поверхности воды):

$$\chi = \varphi + \zeta - \xi; \quad (14)$$

9)  $\omega$  – относительное расстояние по оси ОХ КН:

$$\omega = \frac{L_{погр}}{H_{сети}}. \quad (15)$$

Если верхняя подбора у поверхности воды, то  $\psi$  – можно пренебречь,  $\psi = 0$ , тогда

$$\begin{cases} \lambda = f(F_0, a_1, a_2, a_3, \tau, v, \chi); \\ \omega = f(F_0, a_1, a_2, a_3, \tau, v, \chi). \end{cases} \quad (16)$$

Формулы (8) с учетом (7) и (14) представим в следующем виде:

$$\begin{cases} tg\beta = \frac{\lambda}{\omega}; \\ cos\beta = v. \end{cases} \quad (17)$$

Параметры  $v$  и  $\chi$  связаны между собой.

Дальнейшая работа будет включать в себя апробацию данной теории с учетом проведенных экспериментов с КН и вывод зависимостей (16).

Статья подготовлена в рамках выполнения гранта РФФИ №15-08-00464-а «Математическое, физическое и имитационное моделирование сетных орудий рыболовства и аквакультуры».

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Отчет 014-119-000: Определение скорости погружения кошельковых неводов, 1986. - 17с.
2. Недоступ, А. А. Экспериментальные исследования процесса погружения нижней подборы моделей кошелькового невода в гидроканале ОАО

«МАРИНПО» / А. А. Недоступ, В. В. Макаров // Вестник Астраханского государственного технического университета. – 2015. - № 3. – С. 78-85.

3. Недоступ, А. А. Методы расчета сетных пассивных орудий внутреннего и прибрежного рыболовства: монография / А. А. Недоступ. – Калининград: Изд-во КГТУ, 2010. – 280 с.

#### REFERENCES

1. Otchet 014-119-000: Opredelenie skorosti pogruzheniya koshel'kovykh nevodov [Determination of immersion rate of purse seines], 1986, 17 p.

2. Nedostup A.A., Makarov V.V. Eksperimental'nye issledovaniya protsessa pogruzheniya nizhney podbory modeley koshel'kovogo nevoda v gidrokanale ОАО «МАРИНПО» [Experimental studies on immersion of the bottom line of the purse seine model in the experimental channel of "MariNPO"]. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta* (v pechati).

3. Nedostup A.A. *Metody rascheta setnykh passivnykh orudiy vnutrennego i pribrezhnogo rybolovstva* [Calculation methods of passive net fishing gears]. Kaliningrad, izd-vo FGBOU VPO «КГТУ», 2010, 280 p.

#### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

*Недоступ Александр Алексеевич* – Калининградский государственный технический университет; проректор по информатизации и развитию, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой промышленного рыболовства;  
E-mail: nedostup@klgtu.ru

*Nedostup Alexander Alekseevich* –Kaliningrad State Technical University; Vice Rector for informatization and development, PhD, Associate professor, the Head of the Department of commercial fishing;  
E-mail: nedostup@klgtu.ru

*Макаров Вячеслав Валерьевич* – Калининградский государственный технический университет; аспирант кафедры промышленного рыболовства;  
E-mail: p1nkyrulezzz@inbox.ru

*Makarov Vyacheslav Valerievich* –Kaliningrad State Technical University; Postgraduate student of the Department of commercial fishing;  
E-mail: p1nkyrulezzz@inbox.ru