

II. ПРОМЫШЛЕННОЕ РЫБОЛОВСТВО. АКУСТИКА

УДК 534.231.1

С.М. Балабаев, Н.Ф. Ивина, Дальрыбвтуз, Владивосток

СИММЕТРИЧНЫЕ И АНТИСИММЕТРИЧНЫЕ ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ НОРМАЛЬНЫЕ ВОЛНЫ В ВОЛНОВОДЕ ТИПА ПЛАСТИНЫ

Получены дисперсионные уравнения цилиндрических нормальных волн в изотропном волноводе типа пластины. Рассчитаны дисперсионные зависимости безразмерного волнового числа (действительные, мнимые и комплексные моды) для симметричных и антисимметричных нормальных волн в пластине.

При решении некоторых дифракционных задач, а также при ультразвуковом контроле материалов и построении точной теории резонаторов конечных размеров возникает необходимость вычисления полного набора корней дисперсионного уравнения нормальных волн волноводов различных типов, в частности, в виде пластины.

Рассмотрим в качестве волновода упругую пластину толщиной $2h$, в которой распространяются цилиндрические нормальные волны, вектор смещения которых имеет только осевую и радиальную компоненты $\bar{u}(u_r, u_z)$. Введем скалярный $\varphi = \varphi(r, z)$ и векторный $\psi = \psi(r, z) \equiv \psi_\varphi(r, z)$ потенциалы смещения. Эти потенциалы должны удовлетворять уравнениям Гельмгольца

$$\Delta\varphi + k_l^2\varphi = 0, \quad \Delta\psi + k_t^2\psi = 0 \quad (1)$$

и граничным условиям

$$\sigma_{zz} = \sigma_{rz} = 0, \quad \text{при } z = \pm h, \quad (2)$$

$$k_l = \omega / c_l, \quad k_t = \omega / c_t,$$

где ω – круговая частота, c_l – скорость продольной волны, c_t – скорость поперечной волны, σ_{ik} – компоненты тензора напряжений.

Выразим компоненты смещения и напряжений, которые понадобятся в дальнейшем, через потенциалы

$$u_r = \frac{\partial\varphi}{\partial r} - \frac{\partial\psi}{\partial z},$$

$$u_z = \frac{\partial \varphi}{\partial z} + \frac{\psi}{r} + \frac{\partial \psi}{\partial r},$$

$$\sigma_{zz} = \lambda \left(\frac{\partial^2 \varphi}{\partial r^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial z^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial \varphi}{\partial r} \right) + 2\mu \left(\frac{\partial^2 \varphi}{\partial z^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial \psi}{\partial z} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial r^2} \right),$$

$$\sigma_{rz} = \mu \left(2 \frac{\partial^2 \varphi}{\partial z \partial r} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial r^2} - \frac{\partial^2 \psi}{\partial z^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial \psi}{\partial r} - \frac{\psi}{r^2} \right),$$

где λ, μ – упругие постоянные Ламе.

С учетом осевой симметрии задачи решения уравнений (1) можно записать в виде

$$\varphi(r, z) = (A_1 \text{chaz} + A_2 \text{shaz}) J_0(kr),$$

$$\psi(r, z) = (A_3 \text{shbz} + A_4 \text{chbz}) J_1(kr), \quad (3)$$

$a^2 = k^2 - k_t^2$, $b^2 = k^2 - k_i^2$, $J_n(z)$ – функция Бесселя первого рода n -го порядка, k – волновое число нормальной волны, A_i – произвольные постоянные.

Подставив решения (3) в граничные условия (2), получим систему четырех линейных однородных уравнений для определения произвольных постоянных. Нетривиальное решение системы должно удовлетворять условию

$$|a_{ik}| = 0, \quad (4)$$

$$a_{11} = -a_{21} = 2k \text{ashah}, \quad a_{13} = -a_{23} = (2k^2 - k_t^2) \text{shbh}, \quad a_{14} = a_{24} = (2k^2 - k_t^2) \text{chbh},$$

$$a_{12} = a_{22} = 2k \text{achah}, \quad a_{31} = a_{41} = (2k^2 - k_t^2) \text{chbh}, \quad a_{32} = -a_{42} = (2k^2 - k_t^2) \text{shah},$$

$$a_{33} = a_{43} = 2k \text{bchbh}, \quad a_{34} = -a_{44} = 2k \text{bshbh}.$$

Уравнение (4) распадается на два независимых дисперсионных уравнения, соответствующих симметричным и антисимметричным нормальным волнам. Уравнение для симметричных волн запишем в виде

$$4k^2 cd \sin ch \cos dh + (2k^2 - k_t^2)^2 \sin dh \cos ch = 0, \quad (5)$$

а для антисимметричных нормальных волн в виде

$$4k^2 cd \sin dh \cos ch + (2k^2 - k_t^2)^2 \sin ch \cos dh = 0, \quad (6)$$

$$c^2 = k_i^2 - k^2, \quad d^2 = k_t^2 - k^2.$$

Уравнения (5), (6) определяют возможный спектр волновых чисел как функций частотного параметра, а также физических и геометрических параметров волновода.

Дисперсионные уравнения даже в простейшем случае изотропной пластины требуют довольно громоздких численных расчетов, поэтому желательно найти наиболее простые точки дисперсионных кривых, либо некоторые асимптоты, позволяющие ориентироваться в поведении всего семейства.

В полном наборе нормальных волн обычно выделяют нулевую нормальную волну, для которой волновое число действительно на всех частотах. Для всех остальных нормальных волн волновое число действительно только на частотах выше некоторых критических значений, определяемых либо условием $k = 0$, либо равенством нулю групповой скорости.

Критические частоты симметричных нормальных волн определяются уравнениями $\cos ch = 0$, $\sin dh = 0$.

Для пластины из керамики титаната бария получаем следующие наборы критических частот:

$$k_t h = \pi n = 0; 3,14; 6,28; \dots \text{ и } k_t h = 1/\sqrt{\mu}(\pi/2 + \pi n) = 2,87; 8,60; 14,34; \dots$$

Критические частоты антисимметричных нормальных волн определяются уравнениями $\sin ch = 0$, $\cos dh = 0$.

Для пластины из керамики титаната бария получаем такие наборы критических частот:

$$k_t h = \pi/2 + \pi n = 1,57; 4,71; 7,85; \dots \text{ и } k_t h = \pi n/\sqrt{\mu} = 0; 5,74; 11,47; \dots$$

Для организации численных расчетов спектра волновых чисел и для определения их асимптотики важно выяснить низкочастотные пределы дисперсионных кривых, т.е. точки выхода дисперсионных кривых на плоскости комплексного переменного k при $k_t = 0$.

Низкочастотный предел фазовой скорости основной симметричной волны зависит от модуля Юнга пластины, низкочастотный предел фазовой скорости основной антисимметричной волны равен нулю.

Точки выхода симметричных дисперсионных кривых высшего порядка определяются корнями уравнения $sh2kh + 2kh = 0$. Это уравнение имеет асимптотическое решение

$$kh = 0,5 \ln \pi(3 + 4n) + i\pi/2(3/2 + 2n), n = 0, 1, 2, \dots$$

Первые пять корней равны

$$kh = 1,12 + 2,36i; 1,54 + 5,50i; 1,77 + 8,64i; 1,93 + 11,78i; 2,04 + 14,92i.$$

Точки выхода антисимметричных дисперсионных кривых высшего порядка определяются корнями уравнения $sh2kh - 2kh = 0$. Уравнение имеет асимптотическое решение

$$kh = 0,5 \ln \pi(1 + 4n) + i\pi / 2(1/2 + 2n), n = 1, 2, \dots$$

Первые пять корней равны

$$kh = 1,38 + 3,93i; 1,67 + 7,07i; 1,86 + 10,21i; 1,99 + 13,35i; 2,10 + 16,49i.$$

Высокочастотным пределом нулевых нормальных волн является рэлеевская волна; волны же высших порядков вырождаются в поперечные волны.

Спектр безразмерных волновых чисел рассчитывался по трем отдельным программам: комплексные моды; действительные моды; мнимые моды. Для уточнения действительных и мнимых корней использовалась библиотечная программа MREGF – вычисление действительного корня трансцендентного уравнения внутри интервала модифицированным методом Regula falsi. Для уточнения комплексных корней применялась библиотечная программа STEML – вычисление заданного числа комплексных корней трансцендентного уравнения методом Мюллера.

На рис. 1 представлены дисперсионные кривые: частотные зависимости безразмерного волнового числа kh симметричных нормальных волн от частоты (безразмерного частотного параметра k_0h). Материал пластины – пьезокерамика титаната бария, параметры которой соответствуют справочным данным [3]. Аналогичные дисперсионные кривые для антисимметричных мод представлены на рис. 2. Действительные и чисто мнимые ветви дисперсионных кривых изображены сплошной линией, а комплексные – пунктирной.

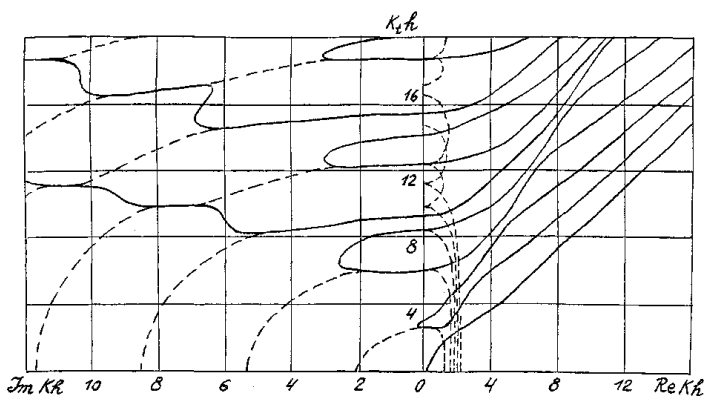


Рис. 1. Дисперсионные кривые безразмерного волнового числа симметричных нормальных волн изотропного волновода

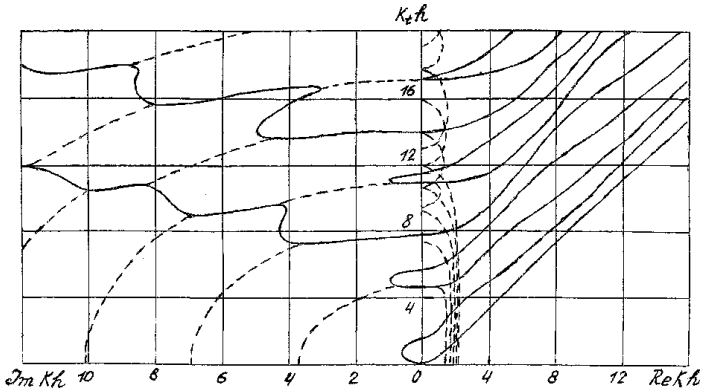


Рис. 2. Дисперсионные кривые безразмерного волнового числа антисимметричных нормальных волн изотропного волновода

Приведенные зависимости для симметричных нормальных волн принципиально не отличаются от соответствующих зависимостей, ранее полученных в статье [4] для волновода из пьезокерамики типа ЦТС (цирконат титанат свинца). Антисимметричные же нормальные волны в статье [4] не исследовались.

Библиографический список

1. Физическая акустика / Под ред. У. Мэзона. М.: Мир, 1966. 592 с.
2. Меркулов Л.Г., Рохлин С.И., Зобнин О.П. Расчет спектра волновых чисел для волн Лэмба в пластине // Дефектоскопия. 1970. № 4. С. 12-17.
3. Пьезокерамические преобразователи / Под ред. С.И. Пугачева. Л.: Судостроение, 1984. 256 с.
4. Балабаев С.М., Касаткин Б.А. Численный анализ дисперсионных соотношений нормальных волн пьезоэлектрического волновода типа пластины с электродами на торцах // Дефектоскопия. 1984. № 6. С. 20-23.

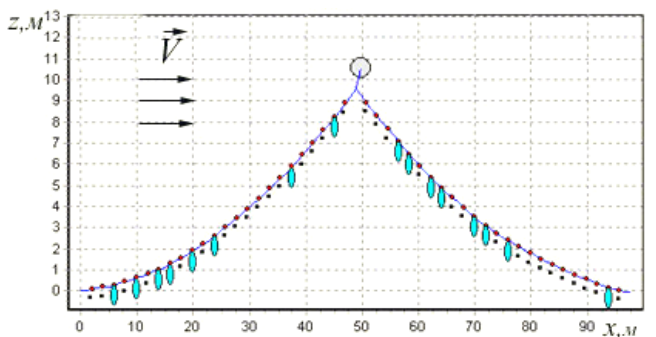
УДК 639.2.055

Л.А. Габрюк, МГУ, Владивосток

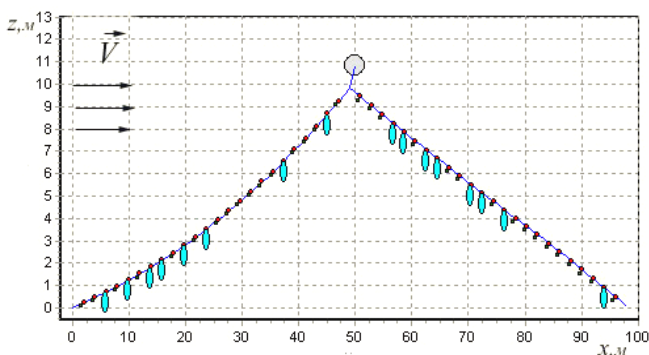
СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ УЛОВИСТОСТИ ЯРУСА

Рассмотрена стохастическая модель уловистости яруса. Для проверки законов распределения модели привлекались экспериментальные данные и данные, заимствованные из литературы. Выполненный статистический анализ свидетельствует о вероятностной природе коэффициента уловистости.

Для моделирования хребтины яруса необходимо учитывать силовое действие гидробионтов. Результаты моделирования хребтины придонного яруса с уловом трески для скоростей 0,2 и 0,5 м/с приведены на рис. 1.



а



б

Рис. 1. Проекция хребтины с уловом на плоскость xz при скоростях течения:
а – $V = 0,2$ м/с; б – $V = 0,5$ м/с

Принятые в настоящее время определения теории уловистости не вполне соответствуют современным технологиям ярусного лова, поэтому оно на практике вызывает трудности у промысловиков ярусного лова. Это объясняется тем, что основные характеристики, определяющие уловистость привязаны к отцеживающим орудиям лова, т.е. связаны с облавливаемыми объемами, когда гидробионт насильственно изымается (активные орудия рыболовства), а в ярусном и ловушечном промысле гидробионты привлекаются с помощью приманки (наживки). Для оценки работы орудия лова используют коэффициент уловистости.

Разные авторы используют различные определения коэффициента уловистости [1, 2, 4, 6, 7, 8, 13, 14].

Определения уловистости ориентированы на доминирование активных орудий рыболовства, в то время как пассивные орудия лова в своем составе содержат механизм привлечения и «отбирают различную по размеру рыбу в разные времена года». К основным недостаткам существующих определений можно отнести: формальное перенесение определения коэффициента уловистости с активных орудий рыболовства на пассивные, механизм селективности которых существенно отличается.

Наибольший интерес представляет вероятностная теория уловистости трала Ю.В. Кадильникова [8]. Вероятностной природы уловов придерживается и У.Е. Рикер [18], который определил уловистость как долю стада, которая вылавливается единицей промыслового усилия. Промысловое усилие – общее число орудий лова, используемое в течение определенного времени.

Иную оценку коэффициента уловистости дают В.Н. Честной [14] и Ю.А. Изнанкин [7], определившие величину коэффициента уловистости с позиции диффузионной модели, когда трал буксируется со скоростью v_T , и за время t будет процежен объем воды, равный $Sv_T t$. Рыба представлена в виде индифферентных частиц, взвешенных в воде, равномерно распределенных в пространстве и характеризующихся плотностью ρ_1 . В процеживаемом объеме воды должно находиться число рыб, равное $\rho_1 Sv_T t$. Коэффициент уловистости, по Ю.А. Изнанкину, равен

$$k = Q / \rho_1 Sv_T t, \quad (1)$$

где Q – величина улова.

Формула (1) определяет физический смысл коэффициента уловистости через процесс диффузии материальных частиц через мембрану площади S .

Современный ярусный промысел базируется на одновидовой модели вылова гидробионтов, когда выделяют один базовый объект промысла. Цель такого промысла – увеличение вылова базового объекта без учета экосистемного равновесия. Такой подход пренебрегает естественными межвидовыми отношениями гидробионтов и может разрушить структуру экосистемы [3, 15].

Отсутствие единого подхода для определения коэффициента уловистости яруса сегодня породили неоднозначность определения уловистости яруса для различных объектов промысла. Так, например, если рыба ценная и в количественном отношении ее мало по сравнению с другим объектом в улове (например, скаты и треска, табл. 1), тогда уловистость скатов определяют в килограммах на 1000 крючков, а – трески

в штуках на 100 крючков. Такая подмена позволяет заменить 1 ската на n -е количество трески и считать, что скаты экономически выгодны и являются основным объектом промысла.

Эта мысль подчеркивается в [4], где подмена прилова уловом в рыбацкой практике при специализированном одновидовом лове свидетельствует о различных нормативных нарушениях правил рыболовства и промысловой отчетности. В этой ситуации только многовидовой промысел способен эффективно регулировать текущее состояние запасов и не исказить промысловую отчетность.

Рассмотрим теоретико-прикладные основы многовидового ярусного лова на конкретных примерах.

Действительно, в самом простом случае для крючкового орудия лова одна рыба может быть поймана и удержана одним крючком. Вероятность конкретной особи быть пойманной зависит от следующих факторов: распределения популяции, распределения крючков и уязвимости по отношению к орудию лова. Все эти факторы функционально независимы, поэтому в целом поимка рыбы сопровождается многопричинным процессом, который называется случайным.

Уловистость яруса, обусловленная всеми причинами, численно может быть выражена отношением числа крючков с уловом за время t числу первоначально наживленных крючков.

Число крючков за определенный отрезок времени является промысловым усилием. Единица измерения промыслового усилия - крючкосутки. Промысловое усилие относится к количеству крючков, обеспечивающих репрезентативность выборки.

Случайность характеризует процесс многовидового лова. В качестве случайной величины примем *коэффициент поимки* рыбы. Эта величина наиболее полно сможет отразить вероятности многовидового лова рыбы на конкретном временном интервале с плотностью запаса ρ . У истоков этого термина были Галланд [16] и Ротшильд [17].

Коэффициент поимки гидробионта вида n_1 выражается отношением

$$u_1 = \frac{n_1}{N}.$$

Коэффициент поимки гидробионта вида n_2 выражается отношением

$$u_2 = \frac{n_2}{N},$$

где N – число крючков в выборке. $N = n_0 + n_1 + n_2$; n_0 – число пустых крючков в выборке; n_1 – число крючков с пойманной рыбой первого вида в выборке; n_2 – число крючков с пойманной рыбой второго вида в выборке.

Для выполнения анализа примем следующие допущения:

1. Пусть n_1, n_2 – соответственно количественный улов гидробионтов основного вида и прилова, тогда величина u_1 является случайной величиной, подчиняющейся нормальному закону распределения, а u_2 является случайной величиной, подчиняющейся отличному от нормального закона распределения.

2. Коэффициент уловистости яруса равен коэффициенту поимки при условии отсутствия другого промыслового вида.

3. $\{X_t, t \in T\}$ – семейство случайных величин, распределенных на одном временном интервале согласно функции распределения вероятностей $F(x|\theta)$, где x – случайная величина, а θ – неизвестный параметр функции распределения.

Табл. 1. составлена по данным исследований, проводимых специалистами русско-японского предприятия «Магадан Гёгё» ярусоловного судна «Эбису-мару № 88 » [9], где было произведено 65 постановок яруса. Ярус выставлялся длиной 5,2-37,5 км (70-500 корзин (секций)). Каждая секция (корзина) длиной 75 м оснащалась крючками типа III 17x2x80; длина поводца – 1,2 м. В качестве наживки использовался кальмар.

Таблица 1
Результаты лова трески ярусом в Олюторском заливе

№ яруса	Дата постановки	Улов трески на ярус, т	Улов минтая на ярус, т	Улов в кг/100 крючков	Улов в шт./100 крючков	Улов в кг/100 крючков, скаты	Улов в кг/100 крючков, бычки
		Поставлено	Поднято				
1	2	3	4	5	6	7	8
1	10 марта	300	300	16,03	0,01	133,59	31,80
2	11 марта	340	340	25,27	0,35	185,80	38,67
3	15 марта	200	105	3,38	0,03	80,35	17,46
4	17 марта	75	75	6,46	0,02	215,30	46,80
5	18 марта	100	100	4,40	0,04	110,10	26,80
6	19 марта	150	150	3,80	0,07	63,45	25,45
7	24 января	420	420	17,18	0,49	102,26	37,18
8	23 марта	420	420	20,57	0,23	122,40	44,04
9	25 марта	75	75	2,37	0,01	79,00	34,50
10	26 марта	350	350	11,79	0,11	84,18	28,53
11	27 марта	300	300	7,44	0,23	62,03	28,19
12	28 марта	500	500	21,99	0,31	109,90	37,27
13	29 марта	350	350	11,96	0,23	85,44	37,64
14	30 марта	393	393	13,61	0,26	86,85	33,03
15	02 апреля	450	450	9,54	0,68	53,00	22,08
16	03 апреля	100	100	2,30	0,03	57,50	20,30

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8
17	03 апреля	200	200	7,03	0,09	87,87	19,97
18	04 апреля	150	150	6,81	0,19	113,40	65,50
19	04 апреля	150	150	7,60	0,13	126,60	30,00
20	05 апреля	200	200	10,31	0,16	128,80	34,54
21	05 апреля	100	100	3,46	0,02	86,45	29,00
22	10 апреля	150	150	0,39	0,00	6,46	2,57
23	11 апреля	150	150	0,37	0,00	6,10	3,00
24	12 апреля	100	100	6,73	0,00	168,17	40,60
25	12 апреля	100	70	1,57	0,00	138,70	29,44
26	12 апреля	100	260	0,55	0,00	5,27	22,51
27	13 апреля	100	100	7,00	0,07	175,00	45,57
28	13 апреля	70	70	1,57	0,00	55,96	14,49
29	14 апреля	260	260	0,55	0,00	5,24	2,45
30	15 апреля	480	480	20,58	0,29	107,20	28,10
31	16 апреля	120	120	4,64	0,05	96,70	27,20
32	18 апреля	450	450	28,24	0,30	156,90	41,80
33	19 апреля	450	450	34,35	0,28	190,80	53,90
34	20 апреля	210	210	14,81	0,27	176,30	82,80
35	20 апреля	150	150	10,91	0,26	176,50	50,30
36	21 апреля	225	225	18,39	0,35	204,30	55,20
37	21 апреля	180	180	10,59	0,10	147,10	41,60
38	22 апреля	480	480	37,95	0,81	197,70	59,30
39	23 апреля	450	450	31,29	0,55	173,80	52,30
40	24 апреля	450	450	28,88	0,67	160,40	52,10
41	25 апреля	450	450	30,73	0,53	170,70	55,20
42	26 апреля	420	420	31,90	0,84	189,80	54,40
43	27 апреля	375	375	22,21	0,86	148,00	38,55
44	28 апреля	480	480	35,06	0,95	182,60	49,22
45	29 апреля	375	375	20,61	0,73	137,40	42,50
46	30 апреля	375	375	22,94	0,52	152,00	42,37
47	30 апреля	130	130	2,95	0,07	56,70	15,00
48	01 мая	450	450	43,91	0,72	243,90	63,85
49	02 мая	450	450	31,08	1,00	172,60	46,40
50	03 мая	300	207	10,44	0,32	126,00	49,20
51	03 мая	80	80	2,11	0,11	65,80	17,92
52	04 мая	300	300	18,04	0,24	150,30	53,00
53	05 мая	450	450	30,59	0,39	169,90	46,30
54	06 мая	450	450	32,26	0,99	179,20	51,50
55	07 мая	480	480	30,22	0,66	157,00	44,60
56	08 мая	480	480	29,38	0,52	153,00	46,50
57	09 мая	480	480	23,84	0,66	124,10	33,37

Определим законы распределения объектов промысла.

1. Пусть X – случайная величина, определяющая коэффициент поминки трески ярусом в штуках, которая является основным объектом промысла.

Сгруппированные варианты выборки коэффициента поимки трески ярусом в штуках, гистограмма ее распределения и статистический анализ выборки представлены на рис. 2 и в табл. 2.

Границы интервалов	Частота	Интегральная частота (%)
0,025	1	1,59
0,139	2	4,76
0,254	8	17,46
0,369	19	47,62
0,484	18	76,19
0,598	12	95,24
0,713	2	98,41
0,8	1	100,00

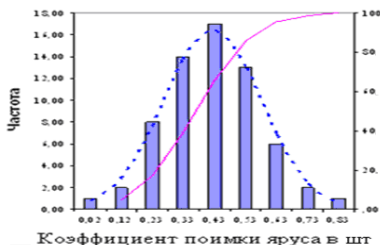


Рис. 2. Сгруппированные варианты выборки коэффициента поимки трески ярусом в штуках и гистограмма ее распределения

Таблица 2

Статистический анализ выборки коэффициента поимки трески ярусом в штуках

Коэффициент поимки трески ярусом в штуках	
Среднее	0,370
Стандартная ошибка	0,019
Медиана	0,372
Мода	0,369
Стандартное отклонение	0,154
Дисперсия выборки	0,024
Эксцесс	0,571
Асимметричность	0,067
Интервал	0,804
Кол-во постановок ярусов	64,000
Наибольший (1)	0,828
Наименьший (1)	0,025
Уровень надежности (95,0 %)	0,038

Полученные статистические данные и гистограмма свидетельствуют, что исследуемая выборка подчиняется нормальному закону, так как

1) статистические характеристики: среднее, медиана, мода очень близки;

2) коэффициент асимметрии и эксцесса мал.

Для теоретического подтверждения соответствия экспериментальной выборки нормальному закону определим неизвестные параметры этого закона, которыми являются математическое ожидание a и среднеквадратичное отклонение σ . Ввиду того что точечные оценки не позволяют судить о точности оценок неизвестных параметров, воспользуемся интервальными оценками параметров a_x и σ_x .

Доверительный интервал для неизвестного параметра a_x анализируемой случайной величины X выборки «Коэффициент поимки ярусом по треске» с надежностью γ и объемом выборки $n = 64$ представлен в табл. 3:

Таблица 3

Результаты вычисления границ доверительного интервала для параметра a_x выборки

Левая граница	Проверяемый параметр	Правая граница	γ	Размер доверительного интервала
0,3312	$< a_{x1} <$	0,4080	0,95	0,0767
0,3376	$< a_{x1} <$	0,4017	0,90	0,0641
0,3504	$< a_{x1} <$	0,3888	0,68	0,0385

Доверительный интервал для оценки σ_x с заданной надежностью $\gamma = 0,95$ равен

$$0,124715 < \sigma_x < 0,182465$$

Идентификацию распределения выборки осуществим с помощью критерия χ^2 . Результаты вычислений значения критерия χ^2 для выборки «коэффициента поимки яруса по треске X » показали, что на уровне значимости $\alpha = 0,1$ выполняется неравенство $0,711 < \chi^2 < 9,5$ ($\chi^2 = 0,968$). Выполнение критерия χ^2 свидетельствует, что случайная величина X подчиняется нормальному закону.

2. Пусть X_1 случайная величина, определяющая коэффициент поимки бычков, которые является приловом промысла.

На рис. 3 и в табл. 4 приведены гистограмма и статистический анализ выборки коэффициента поимки бычков ярусом в килограммах.

Границы интервалов	Частота	Интегральный %
0,004	1	1,56 %
0,1	14	30,00 %
0,4305	16	51,56 %
0,857	12	71,88 %
1,2835	9	85,94 %
2,1365	6	96,88 %
2,563	2	98,44 %
2,9895	1	100,00 %

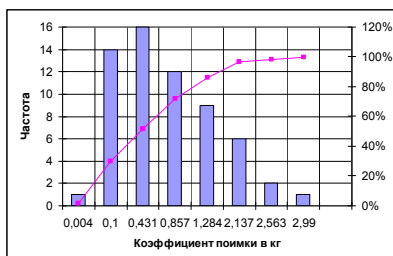


Рис. 3. Гистограмма распределения «Коэффициент поимки бычков ярусом в килограммах»

Таблица 4

Статистический анализ выборки случайной величины X_1

Коэффициент поимки бычков в килограммах	
Среднее	0,630
Стандартная ошибка	0,085
Медиана	0,409
Мода	1,827
Стандартное отклонение	0,680
Дисперсия выборки	0,462
Эксцесс	3,772
Асимметричность	1,798
Интервал	3,412
Минимум	0,004
Максимум	3,416
Кол-во постановок яруса	64,000
Наибольший (1)	3,416
Наименьший (1)	0,004
Уровень надежности (95,0%)	0,170

Коэффициент асимметрии и эксцесс (см. табл. 4) свидетельствует об асимметричном распределении. Таким распределением является логнормальное распределение, которое широко используется при моделировании биологических систем. Это распределение хорошо моделирует процессы, в которых наблюдаемое значение составляет долю ранее наблюдаемого значения.

3. Пусть X_2 случайная величина, определяющая коэффициент поимки скатов ярусом в килограммах, которые являются приловом промысла.

На рис. 4 приведена гистограмма плотности распределения выборки коэффициента поимки скатов ярусом в килограммах.



Рис. 4. Гистограмма распределения «Коэффициент поимки скатов ярусом в килограммах»

Гистограмма плотности распределения «Коэффициент поимки ска- тов ярусом в килограммах» близка к биномиальному распределению. Функция частот $p_X(k)$ биномиального распределения равна вероятности $P\{X = k\}$ того, что в n полностью независимых опытах с постоянной вероятностью успеха, равной p , успех наступит ровно k раз [12], т.е.

$$p_X(k) = P\{X = k\} = C_n^k p^k q^{n-k},$$

где $q = 1 - p$. Вероятность успеха предполагает поимку гидробионта на крючок яруса.

Приведенный статистический анализ коэффициентов поимки яру- сом на одном временном интервале различных видов гидробионтов свидетельствует о многовидовом улове (табл. 5), в котором наблюдае- мая статистическая переменная, подчиняющаяся *нормальному* закону, если она является основным видом промысла.

Таблица 5

**Процентное содержание различных видов гидробионтов
в улове на 100 крючкосуток**

Объекты улова	Треска	Скаты	Бычки
Средний коэффициент поимки, %	95,28	1,22	3,50

Статистические переменные, описывающие прилов, составляют виды, которые находятся на верхнем или нижнем уровне трофической иерархии питания (рис. 5) и описываются *логнормальным* распределением, если вид гидробионта находится на нижнем уровне по отношению к основному виду промысла. Если он находится на верхнем уровне от основного вида, то он описывается *биномиальным* распределением.

Действительно, в целом распределение промыслового улова ба- зируется на межвидовых взаимоотношениях системы «хищник-жертва». Так, основной объект промысла – *треска* – обладает свойством хищника и жертвы – «жертвы» по отношению к скатам и «хищника» по отношению к бычкам, назовем его ХЖ. *Скаты* являются чистыми «хищниками» (ХХ) и находятся в нашем эксперименте на верхнем трофическом уровне пищевой цепочки, а *бычки* являются чистыми «жертвами» (ЖЖ), они находятся на нижнем уровне (рис. 5).

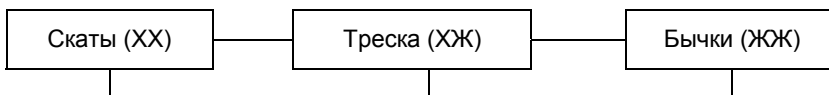


Рис. 5. Модель трофической цепи питания в системе «хищник-жертва»

Система «Хищник-жертвы» является открытой системой, так как в ней присутствуют обратные связи, необходимые для самовосстановления системы.

Пусть $n(X)$ число всех хищников в W , и их желудках находились остатки «жертв» соответственно $n(J)$ – число всех жертв, $n(XJ)$ – число тех хищников, которые обладают свойством J («жертвы»). Тогда, по определению [12], вероятность того, что объект X обладает свойством J , является соотношением

$$P\{J / X\} = \frac{n(XJ)}{n(X)}. \quad (2)$$

Пусть $n(X)$ – не пустое множество, число $n(XJ)$ находится в пределах $0 \leq n(XJ) \leq n(X)$, тогда вероятность $P\{J / X\}$ должна быть рациональным числом между нулем и единицей. Если $P\{J / X\} = 0$, то и $n(XJ) = 0$. Эта запись выражает свойство невозможности, т.е. в этом случае «хищник» X не может быть «жертвой» J . Если $P\{J / X\} = 1$, то все гидробионты являются жертвами, это свойство выражает свойство достоверности.

В модель «трофическая цепь питания» включим орудие лова, например, ярус (контрольная проба яруса из N крючков). Если за время t орудие лова лишает жизни гидробионта (рыбу), которая находится в водной среде, то ее можно считать «универсальным хищником» (SX), а все гидробионты, которые попались на крючок, являются хищниками (в их желудках была наживка) с признаками жертвы.

Коэффициент уловистости яруса является вероятностью сложного события

$$P\{J / X\} = \frac{n1(XJ)}{N}.$$

Здесь

$$n1(XJ) = n(JX) + n(\bar{J}X) + n(J\bar{X}). \quad (3)$$

$n(JX)$ – количество пойманных трески и минтая;

$n(\bar{J}X)$ – количество пойманных скатов;

$n(J\bar{X})$ – количество пойманных бычков;

$n(\bar{J}\bar{X})$ – крючки без гидробионтов.

Предложенная модель «хищник-жертва-суперхищник» базируется на механизме привлечения гидробионтов «запахом», который порождается химической реакцией аминокислот наживки с морской водой. Данный субстрат (аттрактант) распространяется в воде благодаря диффузии. Диффу-

зионный поток в предложенной модели обеспечивает механизм переноса биологической информации в среде промысла, вызывая химические физиологические сигналы: хемотаксиса, защиты территории, заботы о сохранении и другие. Ключевым реагентом здесь является хемотаксис – химический сигнал, вызывающий движение всей популяции за счет градиентов концентрации химических веществ [10]. Низкая концентрация аттрактанта аминокислот наживки способствует затуханию хемотаксиса.

При анализе N принималось 100 крючков. Единицей промыслового усилия является число крючков, используемых в течение суток, т.е. 100 крючкосуток. Все количественные величины в формуле должны быть в единых единицах, а именно – в штуках. Крючки без гидробионтов нельзя выразить в килограммах.

Из табл. 1 следует, что основной объект промысла – *треска* – является *ЖХ*, которая выдерживает две атаки со стороны *ХХ* (скатов) и *СХ* (крючками яруса). Обозначим свойство быть пойманным *ХХ* (естественным хищником) через B_1 , вероятность, которого равна p_1 , соответственно свойство быть пойманным *СХ* (суперхищником) – через B_2 , вероятность, которого равна p_2 . Свойства B_1 и B_2 несовместны, т.е. невозможно быть пойманным дважды, ведь за этими событиями стоит смерть гидробионта. Гидробионт может быть пойман *ХХ* или *СХ*. Вероятности p_1 , p_2 относятся к двум разным вероятностным множествам, т.е. $p_1 \in C_1$, а $p_2 \in C_2$. Здесь множество C_1 будет состоять только из атак *ХХ*, а C_2 будет состоять только из атак *СХ*. Тогда обозначим через $p'_0 \in C'_1$; ($C'_0 \in C_1$) вероятность, состоящую из двояных атак, когда *ЖХ* сначала уходит от *ХХ* и, если он не будет пойман *ХХ*, он его атакует *СХ*. При такой интерпретации имеем

$$p'_0 = 1 - P\{\text{выдержать две атаки} | C'_0\} = 1 - (1 - p_1)(1 - p_2) = \\ = 1 - (1 - p_1 - p_2 + p_1p_2) = p_1 + p_2 - p_1p_2$$

где величина $P\{\text{выдержать две атаки} | C'_0\} = 1 - p_1 - p_2 + p_1p_2$ – определяет вероятность остаться в живых для *ЖХ* после двух атак и возможность атаковать $\bar{ЖХ}$ (чистых жертв).

Например, если $p_1 = 0,1$, а $p_2 = 0,4$, то вероятность объектов промысла *ЖХ* (трески) быть пойманным *ХХ* или *СХ*: $p'_0 = 0,46$, остаться в живых – 0,54. Данное соотношение позволит *ЖХ* воспроизвести себя.

Объекты промысла $\bar{ЖХ}$ (чистые жертвы – бычки) подвергаются атакам тоже двух хищников *ЖХ* и *СХ*. Здесь «хищник» *ЖХ* уже под-

вергался атаке более крупного хищника, поэтому его количество является функцией от $\bar{ЖХ}$ (чистых хищников), т.е. $n_x = \varphi(\bar{ЖХ})$. Здесь $n_x < n(\bar{ЖХ})$. Кроме того, треска может утолить голод бычками и не атаковать крючки с наживкой, это объясняется сравнительно небольшим процентным содержанием в улове $\bar{ЖХ}$ (чистых жертв). Эти факторы свидетельствуют, что распределение гидробионтов из прилова подчиняются другим законам распределения. Модель лова ярусами базируется на механизме охоты «хищник-жертва» согласно трофической иерархии питания, которая своя у разных видов. Перелов хищников или жертв нарушит внутривидовые отношения гидробионтов.

В мировой практике при исследовании уловистости ярусов для репрезентативности выборки используют величину вылова рыбы на 1000 и 100 крючков. Для донных ярусов за единицу *промыслового усилия* берется 1000 крючков, а для придонных и пелагических – 100. Используя аппарат математической статистики, уточним, какая из этих цифр является репрезентативной для яруса. Если выборка подчиняется нормальному закону распределения, то объем выборки для яруса определяется по формуле

$$N = t_p^2 \cdot \frac{p(1-p)}{\Delta^2}, \quad (4)$$

где Δ – абсолютная величина допустимого отклонения от генеральной, фактора, влияющего на уловистость; p – генеральная доля, оцениваемая по выборке; t_p – нормированная величина доверительного отклонения, вычисляемая из соотношения $\zeta(t) = \gamma/2$ [4]. Здесь γ – доверительная вероятность. При обычной доверительной вероятности $\gamma = 0,95$ из таблиц функции $\zeta(t)$ находим $t_p \approx 2$.

Необходимый объем бесповторной доли выборки для оценки уловистости яруса определим из условий:

- $p = 0,5$ – максимальная возможная вероятность улова на ярус;

- $\Delta = 0,1$ – максимально допустимая погрешность.

Подставляя эти значения в формулу (4), получим

$$N = 2^2 \cdot \frac{0,5(1-0,5)}{0,1^2} = 100.$$

Этот результат указывает, что для исследования уловистости всех типов ярусов достаточно брать выборку улова, приходящуюся на 100 крючков в сутки. При этом будет соблюдаться условие репрезентативности этой выборки. Таким образом, получена величина объема выборки

ки для осреднённого промыслового участка, в пределах которого соблюдается условие стационарности. Данная величина позволит производить наиболее рациональные расчеты, связанные с производительностью яруса, а также находить величину погрешности результатов, которая в этом случае будет наименьшей.

Библиографический список

1. *Баранов Ф.И.* Техника промышленного рыболовства: моногр. М.: Пищ. пром-сть, 1960. 696 с.
2. *Булгакова Т.И.* Регулирование многовидового рыболовства на основе математического моделирования: автореф. М.: ВНИРО, 2009. 50 с.
3. *Войниканис-Мирский В.Н.* Техника промышленного рыболовства. М.: Лег. и пищ. пром-сть, 1983. 488 с.
4. *Гмурман В.Е.* Теория вероятностей и математическая статистика. М.: Высш. шк., 2003. 479 с.
5. *Евсиков Г.И.* Анализ системы управления и регулирования промысла в Беринговом море и пути их совершенствования. //Рыб. хоз-во. № 2. 2004. С 43-100.
6. *Ионас В.А.* Производительность трала. М.: Пищепромиздат, 1967, 51 с.
7. *Изнанкин Ю.А., В.А. Шутов* Поведение рыб и технология лова. М.: Колос, 1994. 191 с.
8. *Кадильников Ю.В.* Расчетная оценка качества трала: моногр. Калининград: АтлантНИРО, 1985. 203 с.
9. *Кокорин Н.В.* Лов рыбы ярусами. М.: ВНИРО, 1994. 421 с.
10. *Мари Дж.* Нелинейные дифференциальные уравнения в биологии. Лекции о моделях. М.: Мир, 1983. 397 с.
11. *Мельников В.Н.* Биотехнические основы промышленного рыболовства. М.: Лег. и пищ. пром-сть, 1983. 216 с.
12. *Нейман Ю.* Вводный курс теории вероятностей и математической статистики. М.: Наука, 1968. 448 с.
13. *Трещев А.И.* Интенсивность рыболовства. М.: Лег. и пищ. пром-сть, 1983. 236 с.
14. *Честной В.Н.* Методические рекомендации по учету воздействия среды на уловистость донных тралов. М.: ВНИРО, 1986. 38 с.
15. *Шунтов В.П., Темных О.С.* Многолетняя динамика биоты макросистем Берингова моря и факторы, ее регулирующие // Изв. ТИНРО. 2008. Т. 155. С. 3-32.
16. *Gulland J.A., 1964* Manual of methods for fish population analysis. FAO Fish. Tech. P. 40- 60.
17. *Rothschild G. A.* Competition for gear in a multiple-special fishery. J. Cons. Int. Explor. 1967. Mer 31. P. 102-110.
18. *Ricker W.E.* Computation and Interpretation of Biological Statistic of Fish Populations. Department of the Environment Fisheries and Marine Service Pacific Biological Station Nanaimo. Ottawa. 1975. P. 401.

В.И. Габрюк, Л.А. Габрюк, Дальрыбвтуз, Владивосток

ОСОБЕННОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ПРИДОННЫХ ЯРУСОВ

Приведены математическая модель и алгоритм расчёта придонных ярусов с одним буем посередине хребтины каждого участка, выметываемых под любым углом к течению. Представлены результаты компьютерного моделирования ярусов. Показано, что для обеспечения равновесия ярусов, выметываемых под углом к течению, необходимо использовать более тяжёлые грузы.

На Дальнем Востоке используются донные ярусы, которыми ловят таких гидробионтов, как треска и палтус. Причём выметка ярусов осуществляется параллельно течению. При выметке ярусов параллельно течению запаховые поля отдельных наживок перекрываются, и общий объём запаховых полей всех наживок минимальный, а значит, минимальна и уловистость яруса. В Японии [14] и на Северном бассейне России [11] для получения максимальной уловистости ярусов их выметку осуществляют перпендикулярно течению. При этом общий объём запаховых полей всех наживок будет максимальным.

Поэтому актуальна задача формирования математических моделей, алгоритмов и программных комплексов, позволяющих моделировать горизонтальные ярусы, выметываемые под углом к течению.

Крючковые снасти являются классическими орудиями рыболовства. Их совершенствованием занимаются многие исследователи: ВНИРО [8-10], ПИНРО [11], КамчатНИРО [1].

Большой импульс исследованию ярусов дала монография Н.В. Которина [8]. По существу с выходом этой монографии начались глубокие исследования механики ярусов на Дальнем Востоке, выполняемые в Дальрыбвтузе [3-7]. Оптимизация параметров любых орудий рыболовства, в том числе и крючковых, возможна только с помощью математического моделирования, которое предполагает разработку триады:

математическая модель (ММ) – алгоритм (А) – прикладной программный комплекс (ППК)

В данной работе содержится общая постановка и решение задачи моделирования придонных горизонтальных ярусов с одним буем посередине каждого участка, устанавливаемых как параллельно течению, так и под любым углом к течению, в том числе и перпендикулярно.

На рис. 1 показан горизонтальный придонный ярус с буем посередине каждого участка, выметываемый под углом γ к течению.

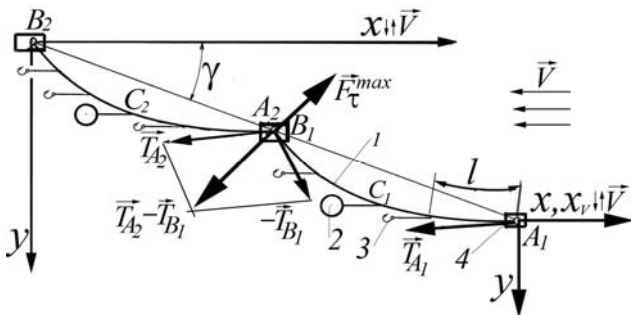


Рис. 1. Характеристики придонного яруса: 1 – хребтина; 2 – буй; 3 – рыболовный крючок; 4 – груз

Если ось x земной и x_V поточной систем координат совпадают, то характеристики яруса описываются следующей системой дифференциальных уравнений:

$$\begin{aligned} \dot{T} &= q_Z^{xp+y} \sin \alpha_{xp} \cos \varphi_{xp} - (r_{XV} + t_{XV}^n) \cos \alpha_{xp} + (r_{ZV} + t_{ZV}^n) \sin \alpha_{xp}; \\ \dot{\alpha}_{xp} &= (q_Z^{xp+y} \cos \alpha_{xp} \cos \varphi_{xp} + (r_{XV} + t_{XV}^n) \sin \alpha_{xp} + (r_{ZV} + t_{ZV}^n) \cos \alpha_{xp}) / T; \\ \dot{\varphi}_{xp} &= -(q_Z^{xp+y} \sin \varphi_{xp} + r_{YV} + t_{YV}^n) / (T \sin \alpha_{xp}); \\ \dot{x} &= \cos \alpha_{xp}; \quad \dot{y} = \sin \alpha_{xp} \sin \varphi_{xp}; \quad \dot{z} = -\sin \alpha_{xp} \cos \varphi_{xp}; \\ q_Z^{xp+y} &= k_w^{xp} m_{xp} g + k_W^Y n_{kp}^S M_Y g / l_S; \\ r_{XV} &= C_{XV}^{xp}(\alpha_{xp}) \cdot (0,5 \rho V^2) d_{xp}, \quad (x_V, y_V, z_V); \\ R_{XV}^n &= C_{XV}^n(\alpha_n') \cdot (0,5 \rho V^2) d_n l_n, \quad (x_V, y_V, z_V); \\ t_{XV}^n &= t_X^n; \quad t_{YV}^n = t_Y^n \cos \varphi_{xp} + t_Z^n \sin \varphi_{xp}; \quad t_{ZV}^n = -t_Y^n \sin \varphi_{xp} + t_Z^n \cos \varphi_{xp}; \\ t_X^n &= n_{kp}^S (R_{XV}^n + R_X^H) / l_S; \quad t_Y^n = n_{kp}^S (R_{YV}^n \cos \varphi_n - R_{ZV}^n \sin \varphi_n + R_Y^H) / l_S; \\ t_Z^n &= n_{kp}^S (R_{YV}^n \sin \varphi_n + R_{ZV}^n \cos \varphi_n + R_Z^H + Q_Z^n + Q_Z^{H+kp}) / l_S; \end{aligned} \quad (1)$$

$$Q_z^n = k_w^n m_n l_n g, \quad Q_z^{H+kp} = k_w^H M_H g + k_w^{kp} M_{kp} g;$$

$$C_{XV}^{xp} = -(c_{11} \sin^2 \alpha_{xp} + c_{12} \sin^4 \alpha_{xp} + c_{13} \cos^2 \alpha_{xp});$$

$$C_{YV}^{xp} = \pm(c_{21} \sin \alpha_{xp} \cos \alpha_{xp} + c_{22} \sin^3 \alpha_{xp} \cos \alpha_{xp});$$

$$C_{ZV}^{xp} = -(c_{31} \sin \alpha_{xp} \cos \alpha_{xp} + c_{32} \sin^3 \alpha_{xp} \cos \alpha_{xp}), \quad (xp, n),$$

где q_z^{xp+y} – проекция на ось z веса в воде 1 м хребтины с узлами крепления к ней крючковых поводцов; M_γ – масса узла крепления поводца к хребтине; d_{xp}, d_n – диаметры хребтины и поводца; l_n – длина поводца; t_x^n, t_y^n, t_z^n – проекции на оси x, y, z земной системы координат натяжений крючковых поводцов, приходящихся на единицу длины хребтины; $R_x^n, R_x^{H+kp}(x, y, z)$ – проекции гидродинамических сил поводца и наживки с крючком; $\alpha_n = \alpha'$ – угол атаки поводца; $T, \alpha_{xp}, \varphi_{xp}$ – натяжение, угол атаки хребтины и угол крена плоскости потока хребтины в текущей точке; r_{XV}, r_{YV}, r_{ZV} – проекции гидродинамических сил, приходящихся на 1 м хребтины, на оси поточной системы координат; Q_z^n, Q_z^{H+kp} – веса в воде поводца и наживки с крючком соответственно; m_{xp}, m_n – линейные плотности поводца и хребтины.

Так как каждый участок яруса состоит из двух секций, то при расчёте характеристик яруса на участке $A_1 B_1$ приходится дважды решать задачу Коши для системы (1).

Вначале рассчитывается первая секция хребтины яруса $A_1 C_1$. Начальные данные для этой секции – это параметры хребтины в точке A_1 :

- угол атаки хребтины в точке A_1 – $\alpha_{A_1} \in (0, 5\pi; \pi)$;
- угол крена плоскости потока хребтины в точке A_1 – $\varphi_{A_1} \in (0; 0,5\pi)$;
- натяжение хребтины в точке A_1 – $T_{A_1} \in (T_A^{(0)}; T_A^{(V)})$.

Здесь $T_{A_1}^{(V)}, T_{A_1}^{(0)}$ – натяжение хребтины при заданной скорости течения V и натяжение при скорости течения, равной нулю, ($T_{A_1}^{(0)} = \sqrt{(T_{A_1 X}^{(0)})^2 + (T_{A_1 Z}^{(0)})^2}$); $T_{A_1 X}^{(0)}, T_{A_1 Z}^{(0)}$ – проекции на оси x и z натяжения хребтины в точке A_1 при скорости течения, равной нулю. Для яруса с промежуточным буйём посередине они определяются по формулам:

$$T_{AX}^{(0)} = \pm 0,5 |q_Z^\Sigma| \sqrt{[(2\rho_Z^\Sigma - l_S)^2 - h_{xp}^2](l_S^2 - h_{xp}^2)} / h_{xp},$$

$$T_{AZ}^{(0)} = -0,5(Q^\delta - 2Q_Z^S), \quad \rho_Z^\Sigma = T_{AZ}^{(0)} / q_Z^\Sigma, \quad q_Z^\Sigma = Q_Z^S / l_S, \quad (2)$$

где Q^δ, Q_Z^S – подъемная сила буга и вес в воде одной секции яруса;
 h_{xp} – стрела прогиба хребтины; l_S – длина одной секции яруса.

Затем рассчитывается вторая секция хребтины яруса C_1B_1 с начальными данными T_0, α_0, φ_0 в точке C_1 . Для их определения рассмотрим равновесие буга, рис. 2.

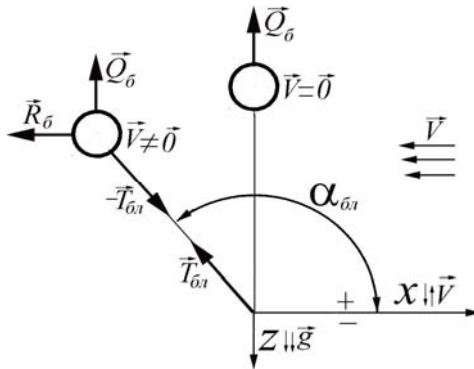


Рис. 2. Силы, действующие на буй

Из равновесия промежуточного буга (см. рис. 2) следует:

$$T_{0X}^{6n} = T_{6n} \cos \alpha_{6n} = R_X^6;$$

$$T_{0Y}^{6n} = T_{6n} \sin \alpha_{6n} \sin \varphi_{6n} = R_Y^6 = 0 \Rightarrow \varphi_{6n} = 0; \quad (3)$$

$$T_{0Z}^{6n} = -T_{6n} \sin \alpha_{6n} \cos \varphi_{6n} = R_Z^6 + Q_Z^6.$$

$$T_{6n} = \sqrt{(T_{0X}^{6n})^2 + (T_{0Y}^{6n})^2 + (T_{0Z}^{6n})^2} = \sqrt{(R_X^6)^2 + (R_Z^6 + Q_Z^6)^2};$$

$$\sin \alpha_{6n} = -(R_Z^6 + Q_Z^6) / T_{6n}, \quad \alpha_{6n} \in (0,5\pi; \pi);$$

$$\alpha_{6n} = \pi - \arcsin \{ -(R_Z^6 + Q_Z^6) / T_{6n} \}.$$

Начальные данные для хребтины в начале второй секции яруса (натяжение T_0 , угол атаки α_0 , угол крена плоскости потока хребтины φ_0) определяются из условий равновесия узла C_1 , рис. 3.

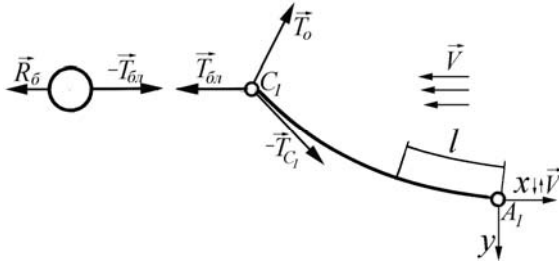


Рис. 3. Силы, действующие на узел C_1

Из равновесия узла C_1 (см. рис. 3) следует:

$$T_{0X} = T_0 \cos \alpha_0 = T_C \cos \alpha_C - T_{6n} \cos \alpha_{6n};$$

$$T_{0Y} = T_0 \sin \alpha_0 \sin \varphi_0 = T_C \sin \alpha_C \sin \varphi_C; \quad (4)$$

$$T_{0Z} = -T_0 \sin \alpha_0 \cos \varphi_0 = -T_C \sin \alpha_C \cos \varphi_C + T_{6n} \sin \alpha_{6n};$$

$$T_0 = \sqrt{(T_{0X})^2 + (T_{0Y})^2 + (T_{0Z})^2};$$

$$T_{6n} = \sqrt{(T_{0X}^{6n})^2 + (T_{0Y}^{6n})^2 + (T_{0Z}^{6n})^2} = \sqrt{(R_X^e)^2 + (R_Z^e + Q_Z^e)^2}.$$

Из (4) находим

$$\cos \alpha_0 = T_{0X} / T_0, \quad \alpha_0 = \pm \arccos(T_{0X} / T_0);$$

$$\sin \varphi_0 = T_{0Y} / (T_0 \sin \alpha_0), \quad \varphi_0 = \arcsin[T_{0Y} / (T_0 \sin \alpha_0)].$$

Здесь T_C, α_C, φ_C – характеристики первой секции хребтины A_1C_1 в конечной точке C_1 ; T_0, α_0, φ_0 – характеристики второй секции хребтины C_1B_1 в начальной точке C_1 ; T_{0X}, T_{0Y}, T_{0Z} – проекции на оси земной системы координат натяжения хребтины в начале второй секции.

На первом участке яруса решается следующая краевая задача:

$$x_A = y_A = z_A = 0; \quad x_B = -b_{xp} \cos \gamma, \quad y_B = -b_{xp} \sin \gamma, \quad z_B = 0. \quad (5)$$

Здесь $b_{xp} = |A_1 B_1|$ – хорда хребтины.

Массы грузов необходимо выбирать такими, чтобы они не отрывались от грунта и не скользили по нему.

Массы грузов, при которых они не отрываются от грунта $M_F^{(O)}$, определяются по формуле

$$M_F^{(O)} \geq (T_{B_1} |\sin \alpha_{B_1} \cos \varphi_{B_1}| + T_{A_2} |\sin \alpha_{A_2} \cos \varphi_{A_2}|) / (k_W^r g). \quad (6)$$

Массы грузов, при которых они не скользят по грунту $M_F^{(C)}$, определяются по формуле

$$M_F^{(C)} \geq [f(T_{B_1} |\sin \alpha_{B_1} \cos \varphi_{B_1}| + T_{A_2} |\sin \alpha_{A_2} \cos \varphi_{A_2}|) + \sqrt{(T_{A_2} \sin \alpha_{A_2} \sin \varphi_{A_2} - T_{B_1} \sin \alpha_{B_1} \sin \varphi_{B_1})^2 + (T_{A_2} \cos \alpha_{A_2} - T_{B_1} \cos \alpha_{B_1})^2}] / (k_W^r g). \quad (7)$$

С использованием разработанного авторами программного комплекса [6] выполнено моделирование горизонтального придонного яруса с одним буйм посередине каждого участка. Хребтина – капроновый канат диаметром 10 мм с 20 крючками в каждой секции, длина крючкового поводца 0,5 м, расстояние между поводцами 1 м. Результаты моделирования, когда ярус выметывается перпендикулярно течению, показаны на рис. 4.

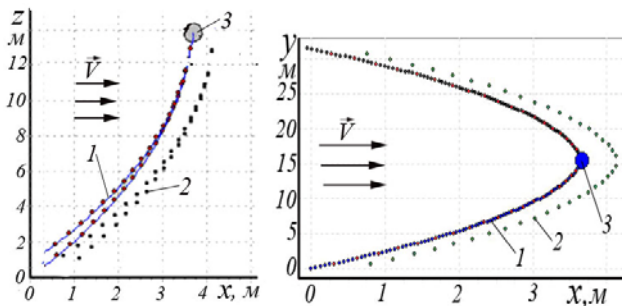


Рис. 4. Проекция хребтины придонного яруса, выметываемого перпендикулярно течению, на плоскости xz и xy : 1 – хребтина; 2 – крючки; 3 – буй

Массы грузов при выметке яруса под прямым углом к течению приведены в табл. 1.

Таблица 1

Массы грузов для оснастки ярусов, выметываемых под прямым углом к течению

V, м/с	Диаметр буга, м	γ , градус	$M_r^{(0)}$, кг	$M_r^{(c)}$, кг
0,5	0,3	90	12,5	13,4

В табл. 2 приводится расчетное значение массы грузов, необходимых для оснастки яруса при его выметке параллельно течению при скоростях течения 0,2 и 0,5 м/с.

Таблица 2

Массы грузов для оснастки ярусов, выметываемых параллельно течению

Скорость течения V, м/с	Диаметр буга, м	Масса груза, исключаяющая его отрыв от грунта, кг	Масса груза, исключаяющая его скольжение по грунту, кг
0,2	0,18	1,22	1,63
0,2	0,2	2,39	2,21
0,5	0,25	6,70	9,60

При установке яруса перпендикулярно течению для обеспечения его равновесия необходимо выбирать массы грузов в три раза больше, чем в случае, когда он установлен параллельно течению. С ростом γ требуется увеличивать диаметры бугев.

Для проверки адекватности разработанных авторами ММ в августе 2008 г. были выполнены эксперименты с отрезками ярусов в аэродинамической трубе НБАМР конструкции В.А. Кузика.

Фотографии отрезка хребтины в аэродинамической трубе НБАМР, выполненный из четырехрядного каната (материал полиэстер) с двумя и тремя поводцами и крючками с наживкой (кусочками сельди) при углах установки хребтины к потоку $\gamma = 0; 15,9; 23,2^\circ$ приведены на рис. 5.

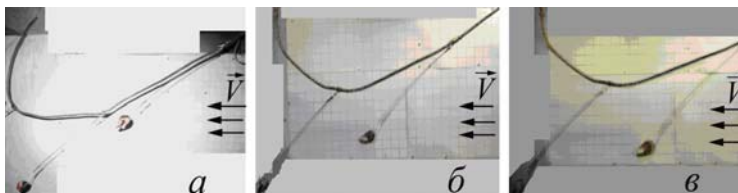


Рис. 5. Отрезок яруса в аэродинамической трубе НБАМР при различных углах к потоку: а – $\gamma = 0^\circ$; б – $\gamma = 15,9^\circ$; в – $\gamma = 23,2^\circ$

На рис. 5 видно, что при установке яруса параллельно потоку ($\gamma = 0^\circ$) поводцы и крючки с наживкой на передней части хребтины близко ложатся к хребтине, что на промысле отрицательно будет влиять на их уловистость. В то время как при установке яруса под углом к потоку все крючки с наживкой находятся далеко от хребтины, и влияние хребтины на уловистость крючков уменьшается.

Максимальная разница координат формы хребтины, полученных экспериментально и компьютерным моделированием, не превышает 17 %. Эта разница объясняется тем, что хребтина была пропитана лаком и обладала жёсткостью на изгиб, а в ММ принято допущение, что хребтина является гибкой.

Авторами разработан алгоритм решения краевых задач для математических моделей горизонтальных ярусов, выметываемых под углом к течению. На базе этого алгоритма создан прикладной программный комплекс, позволяющий определять параметры ярусов, оптимизировать их оснастку и выполнять промысловую настройку горизонтальных ярусных порядков, выметываемых как параллельно, так и под любым углом к течению с увязкой параметров ярусов с характеристиками районов промысла.

Библиографический список

1. *Артюхин Ю.Б., Винников А.В., Терентьев Д.А.* Морские птицы и донное ярусное рыболовство в Камчатском регионе. М.: WWF, 2006. 56 с.
2. *Габрюк В.И.* Компьютерные технологии в промышленном рыболовстве. М.: Колос, 1995. 542 с.
3. *Габрюк В.И., Кулагин В.Д.* Механика орудий рыболовства и АРМ промысловика. М.: Колос, 2000. 416 с.
4. *Габрюк В.И., Габрюк А.В., Осипов Е.В.* Моделирование крючковых рыболовных систем: моногр. Владивосток: ТИПРО-Центр, 2004. 120 с.
5. *Габрюк В.И., Чернецов В.В., Бойцов А.Н.* Основы моделирования рыболовных систем. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2008. 560 с.
6. *Габрюк В.И., Габрюк Л.А.* Моделирование ярусных рыболовных порядков при наличии течений // Свидетельство об отраслевой регистрации разработки (СМ-LongLine – Computer Modeling LongLine) № 10226. Зарегистрировано в отраслевом фонде алгоритмов и программ 21 марта 2008 г.
7. *Габрюк Л.А.* Совершенствование методов технического анализа ярусных рыболовных систем с использованием математического моделирования: автореф. дис. М.: ВНИРО, 2009. 24 с.
8. *Кокорин Н.В.* Лов рыбы ярусами. М.: ВНИРО, 1994. 421 с.
9. *Кокорин Н.В.* Отчет о работах в море Росса в 3-м промысловом рейсе ярусолова «Янтарь» с декабря 2004 г. по март 2005 г. М.: ВНИРО, 2005. 118 с.
10. *Кокорин Н.В.* Использование глубоководного яруса испанского типа и его модификаций на лове антарктического и патагонского клыка-

чей моря Росса в сезоны 2002/03-2005/06 гг. // Тр. Дальрыбвтуза. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2006. С. 28-35.

11. Шестопал И.П., Шевелев М.С., Греков А.А. Рекомендации по ведению ярусного промысла донных рыб на северном бассейне (Календарь ярусного промысла): Отчет ПИНРО. Мурманск, 2002. 52 с.

12. Bernoulli Joh. Solutio problematis funicularii, Acta eruditorum, n. 6, 1691.

13. Bjordal A., LØkkeborg S. Longlining. Fishing New Books, University Press, Cambridge, 1996. 156 p.

14. Longline Fishery in Japan. Fish. J., 1985, №26. P. 35-38.

УДК 639.2

**В.В. Кудакеев, А.Н. Бойцов, В.В. Чернецов,
О.А. Висягин, Дальрыбвтуз, Владивосток**

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ГИБКИХ РАСПОРНЫХ УСТРОЙСТВ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО РАСКРЫТИЯ УСТЬЯ ТРАЛА

Конструкторы траловых систем постоянно работают над совершенствованием распорных устройств горизонтального раскрытия тралов и пытаются получить оптимальную конструкцию, которая уменьшит аварийность тралов и облегчит траление ими на сложных грунтах. В работе описаны этапы совершенствования гибкого распорного устройства и проведен анализ экспериментальных исследований и натурных испытаний траловых систем с гибкими распорными устройствами (ГРУ) для поиска оптимальной конструкции ГРУ.

Современные требования к рыболовству и стремление рыбаков к совершенствованию орудий лова подталкивают конструкторов к поиску новых решений для вооружения орудий промышленного рыболовства. Помимо жестких распорных устройств в мировом рыболовстве используются ГРУ. Такие устройства легки в управлении не только самих ГРУ, но и траловой системы в целом. Их использование не требует точной настройки траловой доски, так как возможно изменение углов атаки непосредственно во время траления.

Изменяя размеры устья трала таким образом, чтобы крылья трала и ГРУ находились примерно в одной плоскости, можно добиться уменьшения общего сопротивления траловой системы, что в конечном итоге приведет к экономии топлива при поиске рыбных скоплений.

Такие устройства уже исследовались ранее и разработаны их различные модификации [1, 2, 3]. Требуется анализ их работы в различных условиях лова.

Положительные результаты, полученные в ходе модельных испытаний ГРУ, прошли проверку в условиях промысла, а недостатки конст-

рукции, выявленные в ходе промысловых испытаний, устранялись после исследований моделей ГРУ как в гидробассейне, так и в морских условиях.

Для анализа выполненных исследований рассмотрим деревья алгоритмов решений. На рис. 1 изображены все этапы модельных, технических и промысловых испытаний гидродинамических щитков с оснасткой, имеющих определенные конструктивные признаки.

<u>ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЕ ЩИТКИ С ОСНАСТКОЙ</u>	
Щитки не имеют конструктивно задаваемых строительных углов атаки.	
С продольными прямолинейными рёбрами жёсткости. Со стропами	
<u>Модельные испытания в морских условиях</u>	
<u>Натурные технические испытания на донном и разноглубинном тралах</u>	
Щитки с малыми строительными углами. С продольными	
<u>прямолинейными ребрами жесткости. Со стропами</u>	
<u>Технические испытания на натурных (донном/разноглубинном) тралах</u>	
<u>Гидродинамические щитки с оптимальными строительными углами атаки</u>	
Щитки имеют конструктивно заданный строительный угол атаки.	
С продольными прямолинейными рёбрами. Со стропами	
<u>Модельные испытания в гидробассейне</u>	
Щитки с заданным строительным углом атаки. С продольными	
<u>дугообразными рёбрами жёсткости. Со стропами.</u>	
<u>Модельные испытания в гидробассейне</u>	
<u>Сравнительные технические и промысловые испытания натурных образцов</u>	
Щитки строительные углы атаки, которых задаются стропами,	
<u>без рёбер жёсткости. Со стропами</u>	
<u>Модельные испытания в гидробассейне</u>	
<u>Сравнительные технические и промысловые испытания натурных образцов</u>	
<u>ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЕ ЩИТКИ С ЗАДАННЫМИ СТРОИТЕЛЬНЫМИ УГЛАМИ АТАКИ. БЕЗ ПРОДОЛЬНЫХ РЕБЕР ЖЁСТКОСТИ (МЯГКИЕ). БЕЗ СТРОПОВ</u>	
<u>Модельные испытания в гидробассейне</u>	
<u>Модельные испытания в морских условиях</u>	
<u>Натурные технические и промысловые испытания</u>	

Рис. 1. Этапы экспериментальных исследований ГРУ

На рис. 2 изображено дерево исследованных устройств во время сравнительных промысловых испытаний альтернативных вариантов оснастки гидродинамических щитков, в результате которых была создана оптимальная конструкция (на дереве оптимальные варианты выведены стрелочкой вправо).

Под оптимальными вариантами понимаются те конструкции, при которых траловая система работает устойчиво на грунте при изменении режимов буксировки, обеспечивается наибольшее горизонтальное раскрытие и исключают возникновение отрицательных углов атаки.

ОСНАСТКА ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ЩИТКОВ	
Щитки с продольными рёбрами жёсткости	→ Мягкие щитки
Щитки без рёбер жёсткости (мягкие)	
Щитки с карманами	→ С карманами
Щитки без карманов	
Щитки со стропами без стабилизаторов	→ Со стабилизаторами
Щитки без стропов со стабилизаторами	
Без сетной вставки щитков	→ С сетной вставкой из «зеркальных» ячей
С сетной вставкой из ромбических ячей	
С сетной вставкой из «зеркальных» ячей	
С натяжением задних кромок щитков сетной вставкой трала	→ Без натяжения задних кромок щитков
С натяжением задних кромок щитков с помощью оттяжек	
Без натяжения задних кромок	
Щитки без посадки на сетную вставку	→ С посадкой щитков на сетную вставку
Щитки с посадкой на сетную вставку	
Стабилизатор, передняя кромка которого перпендикулярна сетной вставке щитка	→ Стабилизатор, передняя кромка которого расположена под острым углом к сетной вставке щитков
Стабилизатор, передняя кромка которого расположена под острым углом к сетной вставке	
Расположение щитков симметрично относительно оси симметрии крыла трала	→ Щитки смещены относительно оси симметрии крыла трала вниз
Асимметрично, щитки смещены вверх относительно оси симметрии крыла трала	
Асимметрично, щитки смещены вниз относительно оси симметрии крыла трала	
Щитки устанавливаются непосредственно на конец крыла трала	→ Щитки могут устанавливаться непосредственно на конец крыла трала и на удалении от трала
На удалении от крыла трала	

Рис. 2. Экспериментальные исследования по совершенствованию конструктивных элементов оснастки ГРУ

На рис. 3 показаны этапы совершенствования конструкций ГРУ, а на рис. 4 изображено дерево изменений особенностей конструктивных признаков щитков на этих этапах.

На рис. 5 изображено дерево исследований по совершенствованию устройства управления по критерию наименьшего натяжения в управляющем тресе.

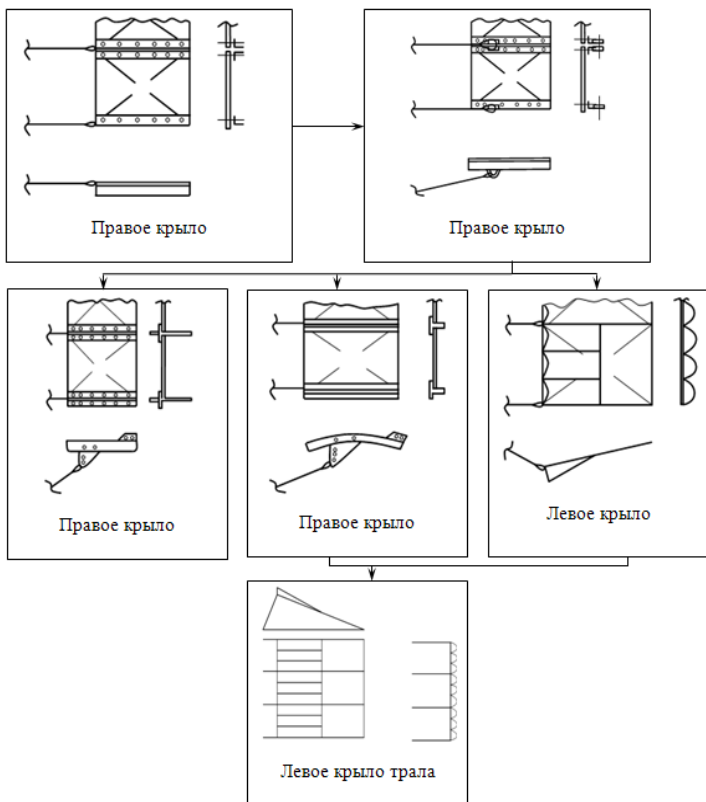


Рис. 3. Этапы совершенствования конструкций ГРУ

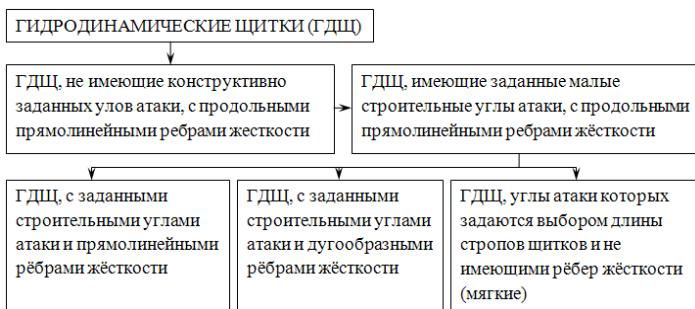


Рис. 4. Изменения конструктивных признаков щитков в процессе их исследования и совершенствования

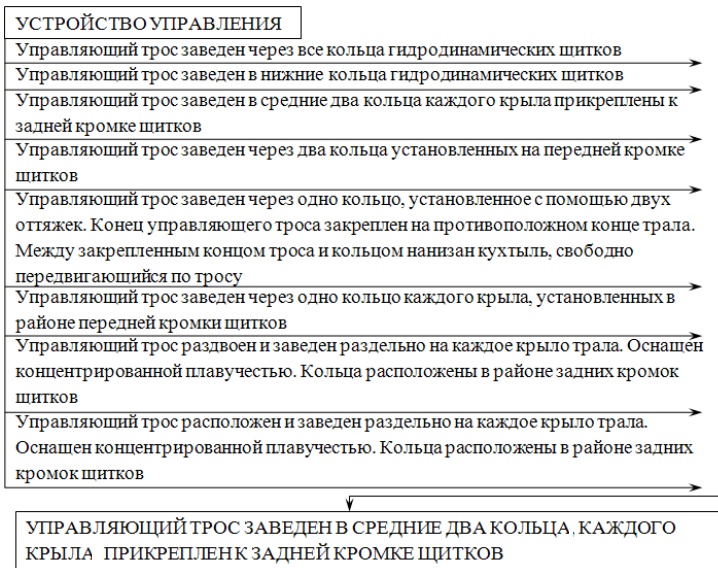


Рис. 5. Дерево устройства раскрытия

Конструктивные элементы ГРУ и их назначение

Пройдя модельные, предварительные технические и промышленные испытания, устройство приобрело следующие конструктивные признаки:

1. Элементы оснастки и гидродинамические щитки представляют гибкую оболочку, рис. 6.

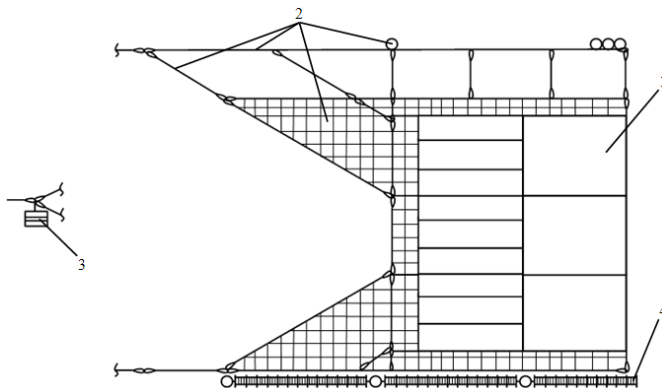


Рис. 6. Устройство раскрытия трала: 1 – гидродинамические щитки; 2 – оснастка гидродинамических щитков; 3 – грузы-углубители; 4 – грунтроп щитков

2. Распорная поверхность щитков имеет специальные гидродинамические карманы для обеспечения положительных углов атаки передней кромки щитков и стабилизаторы для задания углов атаки щитков и обеспечения устойчивого движения, рис. 7.

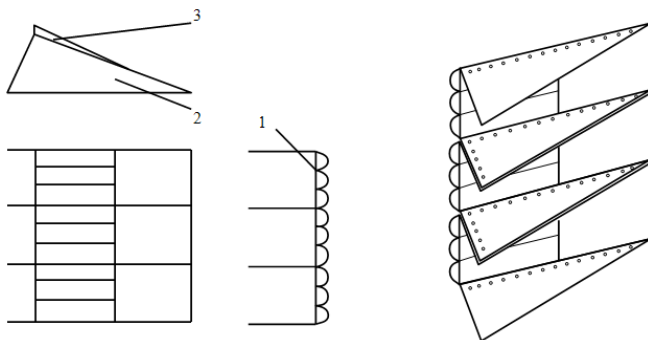


Рис. 7. Гидродинамические щитки из гибких элементов: 1 – рабочая поверхность щитков; 2 – стабилизатор; 3 – карманы-стабилизаторы

3. Гидродинамические щитки посажены на сетную вставку, выполненную из «зеркальных» ячеей, которая служит для обеспечения ориентации рабочей поверхности щитков на положительные углы атаки и для задания определенного положения стабилизаторов в водном потоке, рис. 8.

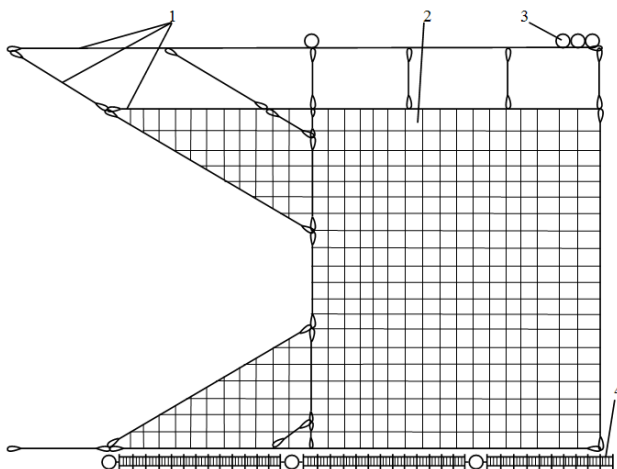


Рис. 8. Оснастка гидродинамических щитков: 1 – конструктивный элемент (стальной трос); 2 – сетная вставка щитков (дель с зеркальной ячейей); 3 – положительная плавучесть (кухтыли); 4 – грунтроп щитков

4. Работоспособность устройства раскрытия обеспечивается конструктивно и без специального натяжения задних кромок гибких щитков, для придания устройству автономности и расширения возможности его применения.

5. Расположение щитков асимметрично относительно оси симметрии крыла трала, что обеспечивает стабильное движения траловой системы на грунте.

6. Устройство раскрытия оснащается концентрированной плавучестью (в районе вертикальных сборочных щитков) для создания дополнительного натяжения в сборочной и уменьшения прогиба. Роль отрицательной плавучести в нижней части сборочной выполняет грунтотроп устройства.

7. В точке соединения верхнего и нижнего кабелей с ваером устройство оснащается грузами-углубителями для обеспечения устойчивого движения траловой системы на определенной глубине.

8. Управление параметрами входного устья трала осуществляется с помощью штатной судовой автоматической лебедки кабельного прибора контроля орудия лова.

В ходе модельных и натурных испытаний было выявлена наиболее совершенная модель гибкого гидродинамического устройства, состоящего из гидродинамических щитков, посаженных на сетную вставку, выполненную из «зеркальных» ячеек, которая служит для обеспечения ориентации рабочей поверхности щитков на положительные углы атаки и для задания определенного положения стабилизаторов в водном потоке. В работе проведен анализ и выбрана наиболее подходящая система управления открытия и закрытия устья трала. Описаны конструктивные элементы ГДРУ и их назначение.

Библиографический список

1. *Бойцов А.Н., Висягин О.А., Зыкин В.И., Габрюк В.И., Осипов Е.В.* Результаты экспериментальных и теоретических исследований гидродинамического распорного устройства раскрытия и управления параметрами входного устья трала: Отчет о НИР. Владивосток: АО «ТУР-НИФ», Дальрыбвтуз. 1994.

2. *Кудакаев В.В., Бойцов А.Н., Чернецов В.В., Висягин О.А.* Устройство горизонтального раскрытия тралов // Науч. тр. Дальрыбвтуза. Вып. 21. Ч. 1. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2009. С. 108-118.

3. *Кудакаев В.В.* Некоторые конструкторские решения в траловых системах // Матер. Междунар. науч.-техн. конф. / Наука и образование-2007. Мурманск: МГТУ, 2007. С. 1026-1029.

**М.Ю. Кузнецов, В.Н. Вологдин, ТИПРО-Центр;
В.В. Баринов, Дальрыбвтуз, Владивосток**

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ ПЛОТНОСТИ СКОПЛЕНИЙ ТИХООКЕАНСКОГО КАЛЬМАРА (*TODARODES PACIFICUS*) С ПОМОЩЬЮ БИОШУМОВЫХ ПОЛЕЙ В ЦЕЛЯХ РЫБОЛОВСТВА

С помощью пневмоакустической системы (ПАС) «Кальмар» генерируемые колебания инфразвукового и низкочастотного диапазона звука, имитирующие сигналы анчоуса, корюшки и сардины (объектов питания кальмара), излучались в месте обитания кальмаров. При этом оценивалось изменение плотности скопления кальмара вблизи судна с помощью гидроакустического комплекса с рабочими частотами 70 и 120 кГц при различных режимах реализации света и звука. Комплексное воздействие раздражителей различной модальности (света и звука) позволило повысить плотность кальмара вблизи судна и увеличить эффективность удебного лова этого вида на 47,5 %.

Важность тихоокеанского кальмара (*Todarodes pacificus*) для рыболовства не вызывает сомнения при его значительных запасах (которые увеличились в последние десятилетия) и широкой распространенности от Камчатки до Тайваня. Пополнение этого вида является высокофлуктуирующим ввиду короткого жизненного цикла, что вызывает необходимость регулярного мониторинга его запасов.

До недавнего времени не было четкого представления о реакции кальмаров на звуковые сигналы, и неясно, каким органом они воспринимают звуки [1]. С развитием методов научных исследований их результаты [2] позволили определить частотный диапазон, физиологический механизм и реакции этих животных при восприятии звуков.

Ранее нами был предложен способ интенсификации джиггерного лова кальмара сигналами пневмоакустических излучателей – имитаторов звуков рыб [3]. Суть идеи состоит в том, что увеличения уловов кальмара можно добиться, используя для привлечения вместе с источниками света акустические излучатели, имитирующие в воде сигналы мелких открытопузырных рыб (сардины, анчоуса и др.), являющихся объектами питания кальмара. Звуковые сигналы способны дополнительно (помимо света) приманивать кальмаров и усиливать их поисково-трофическую активность. Это позволит стимулировать броски кальмара на джиггеры и интенсифицировать процесс их лова вертикальными ярусами.

Кроме этого с учетом потенциальной важности тихоокеанского кальмара для промысла, а также отсутствия на настоящий момент достаточно эффективных и надежных средств мониторинга тихоокеанского кальмара актуальной становится задача использования современных акустических и информационных технологий для оценки запасов и особенностей распределения кальмара на основе гидроакустических измерений.

Наилучшие результаты промысла могут быть получены при нахождении искусственных способов увеличения плотностей и темпа лова в месте использования орудий лова. Поэтому в настоящем исследовании были поставлены следующие цели:

- исследование возможности использования биошумового поля имеющейся пневматической акустической системы (ПАС) «Кальмар» для повышения эффективности учебного лова кальмара;
- исследование возможности увеличения плотности скоплений кальмара с использованием пневмоакустических стимуляторов;
- увеличение производительности учебного лова кальмара при комплексном воздействии звука и света.

Материалы и методы исследования

Для выполнения поставленных целей использовалось судно РБ-036, оснащенное следующими приборами и оборудованием:

1. Световое оборудование – осветительная гирлянда из 3 электроламп мощностью по 1000 Вт. Питание от дизель-генератора.
2. Пневмоакустическая система (ПАС) «Кальмар» для интенсификации джиггерного лова кальмара. Питание от электрокомпрессора.
3. Научный эхолот EY-60 (ES-60).
4. Поворотно-выдвижное устройство.
5. Тракт регистрации и анализа гидроакустических сигналов.
6. Кальмароловные джиггеры.

ПАС «Кальмар» предназначена для генерации колебаний инфразвукового и низкочастотного звукового диапазона, имитирующих в воде сигналы мелких открытопузырных рыб (анчоуса, корюшки, сардины) – объектов питания кальмара [4].

Научный эхолот EY-60 (ES-60) с рабочими частотами 70 и 120 кГц – предназначен для количественной оценки размеров, формы и плотности скоплений кальмаров и других объектов, образующих концентрации в приповерхностном слое, в реальном масштабе времени. Эхолот состоит из антенн 70 и 120 кГц с расщепленным лучом, надводного приемопередатчика (GPT) 70 и 120 кГц и персонального компьютера в комплексе с программами регистрации, навигации и вторичной обработки гидроакустических измерений ER60, FAMAS и др.

Экспериментальные исследования и испытания комплекса ГАС проводились с 1 по 20 августа 2009 г. в заливе Петра Великого.

В процессе съемки выполнялась непрерывная регистрация распределения и плотности гидробионтов вблизи судна с использованием портативного научного эхолота EY-60 в режиме горизонтального (120 кГц) и вертикального (70 кГц) сканирования одновременно.

Эксперименты выполнялись преимущественно в ночное время и в утренние и вечерние часы. Методика измерений предусматривала сравнение плотности скоплений под судном, определяемой по величине средней силы обратного поверхностного рассеяния на интервале интегрирования S_a ($\text{м}^2/\text{миля}^2$) от обеих антенн эхолота EY-60 с частотами 70 и 120 кГц при включении ПАС «Кальмар» и без нее.

Для количественной оценки трофической активности кальмара и определения количественных показателей эффективности действия акустических полей проводился учебный лов с помощью трех кальмароловных джиггеров. Всего было выполнено 55 фоновых реализаций и 52 реализации при действии стимула (включение ПАС «Кальмар»).

Результаты

Результаты сравнительной оценки акустической плотности скоплений под судном и вблизи судна на частотах 70 и 120 кГц гистограмм говорят о заметном превосходстве значений плотности, полученных при предъявлении сигналов ПИ по сравнению с фоновым режимом. Эксперименты показали, что соотношения плотностей сильно варьируют от станции к станции (от 1,09 до 3,43), но во всех случаях предъявления сигналов плотность скоплений была выше, чем при фоновых реализациях. Кроме этого эффект влияния акустического стимула в экспериментах был, видимо, занижен, поскольку сразу после предъявления сигнала измерялась фоновая плотность. Как известно, для получения фонового (исходного) распределения объекта требуется достаточно продолжительное время после предъявления стимула.

Отношения эхоинтенсивностей по ряду станций, как правило, максимальны на частоте 120 кГц. Наиболее близкими были соотношения плотностей на частоте 70 кГц и улотов кальмара. Сходство оценок, возможно, связано с тем, что облов кальмара вертикальными джиггерами осуществлялся под корпусом судна, а антенна 70 кГц была ориентирована в вертикальном направлении. Однако при горизонтальном сканировании площадь зондируемого пространства гораздо больше, и, кроме того, в приповерхностном слое, как правило, выше была плотность объектов.

Траектории движения малоподвижного одиночного кальмара можно аппроксимировать параболой или ее протяженной правой или левой ветвью. Группа подвижных кальмаров записывается в виде параллельно расположенных эхотреков. Каждый кальмар, по мере перемещения от первой фиксации на верхней части эллипса сечения луча по горизонталу к оси луча, записывается в виде восходящей части траектории до ее вершины, которая соответствует наиболее близкому расстоянию до оси. Далее вследствие дальнейшего относительного перемещения

кальмара и (возможно) судна расстояние от излучателя до кальмара будет увеличиваться (так как кальмар будет дальше от оси звукового луча) и траектория эхоследов кальмара пойдет по нисходящей. Таким образом, на первых двух эхограммах видны траектории в классическом виде параболы или перевернутых «птичек». Однако на других эхограммах заметно, что не все траектории после вершины идут по нисходящей, так как по мере приближения к наиболее узкой части луча возрастает вероятность покидания кальмаром озвученной зоны. Тем более высока вероятность, что большая часть кальмаров не проходит через ось, а существенно дальше от нее. Поэтому нисходящая часть траектории либо небольшая, либо ее совсем не видно из-за ограниченности динамического диапазона записи эхограммы.

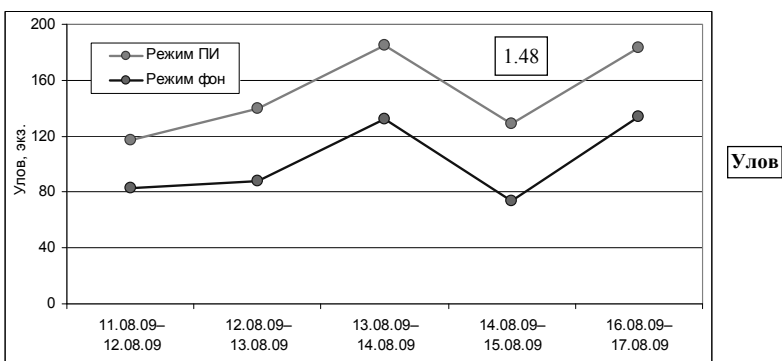
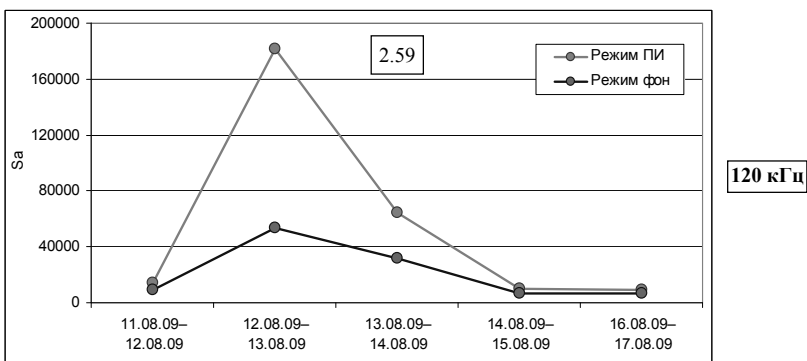
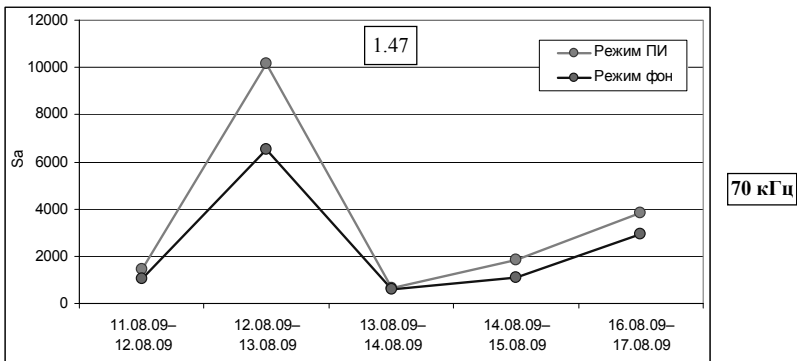
Отношения суммарных эхоинтенсивностей показывают, что при включении ПИ в слое преимущественного обитания кальмара наибольший эффект увеличения плотности достигается на частоте 70 кГц (вертикальное сканирование под судном) и минимальный эффект (10 %) на частоте 120 кГц. Видимо, в режиме горизонтального сканирования антенны 120 кГц выход луча на глубины преимущественного расположения кальмара (более 10 м), происходит достаточно далеко позади судна, где влияние акустического поля ПАС значительно ниже, чем вблизи судна.

Включение ПИ сопровождается увеличением плотности скоплений (S_a) как в приповерхностном слое 0-8 м, так и в более глубоких горизонтах.

На рисунке представлены обобщенные оценки акустической плотности скоплений на двух частотах и уловов по пяти станциям, на которых выполнялись регулярные обловы кальмара учебной снастью. Исследования показали, что акустическая плотность скопления под судном не всегда адекватна улову кальмара на джиггеры. Другими словами, повышение концентрации кальмара не обязательно приводит к увеличению уловов на джиггерную снасть. Такое несоответствие, вероятно, можно объяснить изменчивостью трофической активности кальмара в процессе станций. Таким образом, влияние суточной ритмики активности кальмаров на уловы является лимитирующим фактором использования джиггерной снасти для оценки увеличения плотности концентраций кальмаров. Хотя на небольших временных промежутках сравнительные оценки учебной снастью, как показывает опыт, достаточно эффективны.

По итогам работы за 5 промысловых суток улов с включенными ПИ составил 754 экземпляра (52 реализации). Улов в режиме *фон* составил 511 экземпляров (55 реализаций).

Суммирование уловов судна за все время испытаний при работающих и выключенных ПИ показывает, что производительность учебной лова кальмара с использованием пневмоакустического устройства увеличилась на 47,5 %.



Суммарные оценки относительной плотности скопления (S_a) по результатам эхоинтегрирования и уловов кальмара удебной снастью (на гистограммах указаны отношения суммарных эхоинтенсивностей и уловов кальмара при включенных ПИ и фоновых условиях)

Выводы

1. Биошумовое поле ПАС «Кальмар» привлекает кальмаров и усиливает их пищевой рефлекс, что повышает темп удебного клева кальмара.

2. Результаты испытаний гидроакустического комплекса подтверждают возможность увеличения концентрации и плотности скоплений тихоокеанского кальмара с помощью пневмоакустических стимуляторов с целью их дальнейшего облова.

3. Получен высокий эффект увеличения производительности удебного лова кальмара при комплексном воздействии раздражителей различной модальности (в данном случае света и звука), что создает благоприятную перспективу практического применения ПАС на джиггерном лове тихоокеанского кальмара.

4. Необходимо продолжить работы по совершенствованию пневмоакустических устройств и способов их применения на промысле тихоокеанского кальмара с учетом результатов испытаний ПАС.

5. Целесообразно провести испытания ПАС с использованием тралового комплекса для подтверждения полученных результатов увеличения их плотности под судном-подсветчиком и оценки перспективности тралового промысла искусственно сконцентрированных скоплений.

6. Испытания гидроакустического комплекса показали его пригодность для решения задач интенсификации промысла тихоокеанского кальмара и совершенствования гидроакустических и траловых технологий мониторинга разреженных скоплений беспозвоночных и рыб верхней эпипелагиали моря. В дальнейшем рекомендуется проводить локальные тралово-акустические съемки тихоокеанского кальмара на акватории залива Петра Великого.

Библиографический список

1. *Несис К.Н.* Краткий определитель головоногих моллюсков Мирового океана. М.: Лег. и пищ. пром-сть, 1982. 360 с.

2. *Komak S., Boal J. G., Dickel L., Budelmann B. U.* Behavioural responses of juvenile cuttlefish (*Sepia officinalis*) to local water movements // *J. Marine and Freshwater Behaviour and Physiology*. 2005. Vol. 38(2). P. 117-125.

3. Способ лова кальмара и устройство для его осуществления / Кузнецов М.Ю., Кузнецов Ю.А // пат. 2338374 Рос. Федерации по заявке № 2007116661 от 02.05.2007.

4. *Кузнецов М.Ю.* Акустическая активность некоторых видов дальневосточных рыб и обоснование параметров акустических стимулов для дистанционного воздействия на рыб // *Изв. ТИНРО*. 2007. Т. 150. С. 281-300.

М.Ю. Кузнецов, ТИНРО-Центр, Владивосток

ЭФФЕКТЫ ВЛИЯНИЯ ШУМА СУДНА НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И ОЦЕНКИ ЗАПАСОВ РЫБ

Обсуждаются различные аспекты проблемы судовых шумов, связанные с промыслом и исследованиями рыбных запасов. Приводятся результаты исследования влияния гидроакустического шума на поведение и распределение рыб различных видов. Влияние шума на эффективность промысла и эхоинтеграционные оценки запасов рыб классифицировано на несколько факторов, среди которых особенно важны отпугивающее действие шума на рыб, изменение угла наклона рыб, селективирующее влияние шумового поля судна и непосредственное его наложение на полезный сигнал при эхоинтегрировании.

Любое судно создает гидроакустическое поле, характеризующееся определенным энергетическим спектром и направленностью. Спектр гидроакустических шумов большинства научно-исследовательских и промысловых судов занимает диапазон частот от единиц герц до нескольких килогерц. Основная энергия шума сосредоточена в диапазоне частот до 1000 Гц, причем максимальный спектральный уровень шума наблюдается на частотах 10-500 Гц и существенно спадает на частотах выше 1000 Гц [1, 2]. Основными источниками подводных шумов судна служат судовые двигатели, гребные винты, турбулентные потоки при обтекании корпуса и др. [3].

Большинство промысловых видов рыб – сельдевые, тресковые, лососевые - имеют хорошо развитый слух. Диапазон воспринимаемых частот составляет у различных рыб от 0 до 2000 Гц, реже – до 5 кГц [4]. Максимальная (пиковая) слуховая чувствительность большинства промысловых видов рыб приходится на частоты до 1000 Гц, т.е. находится в диапазоне с максимальной энергией спектра шумов судна.

Согласно различным исследованиям, реакция рыб на шумовое поле судна во многом сходна с оборонительной (защитной) реакцией этих рыб на приближение естественного хищника и сопровождается активным избеганием опасности [5, 6]. Характер реакции определяется видовым стереотипом защитного двигательного поведения рыб различных этологических групп на шумовой раздражитель. Оборонительная реакция малоподвижных придонных рыб характеризуется в большей степени их затаиванием, чем стремлением уйти из опасной зоны, а быстрых приповерхностных рыб – более активным горизонтальным избеганием шумового поля судна. Реакция вертикально мигрирующих видов рыб сопровождается как горизонтальными, так и вертикальными движениями этих рыб [2]. Например, пелагические скопления сельди реагируют на шум судна на дистанциях 300-400 м, иногда – свыше 500 м. В экспериментах с норвеж-

ской сельдью (рис. 1) действие шума на рыб начиналось за 540 м до подхода судна к бую с эхолотом. Реакция сопровождалась интенсивным вертикальным погружением и рассеянием (уменьшением плотности) рыб [1]. Фоновое распределение восстанавливалось только через 2-3 мин после прохода судна. Подобные эффекты были зарегистрированы на более глубоко залегающих скоплениях зимующей сельди, на нагульных скоплениях сайки, мойвы, пикши, трески и других объектах. Реакция этих рыб в пелагиали сопровождалась преимущественно горизонтальным рассеянием рыб, в придонной области – вертикальным погружением и уплотнением рыб вблизи дна. Таким образом, избегательная реакция рыб может существенно снизить уловистость пелагических тралений и, наоборот, повысить эффективность придонных тралений, если горизонтальное избегание невелико.

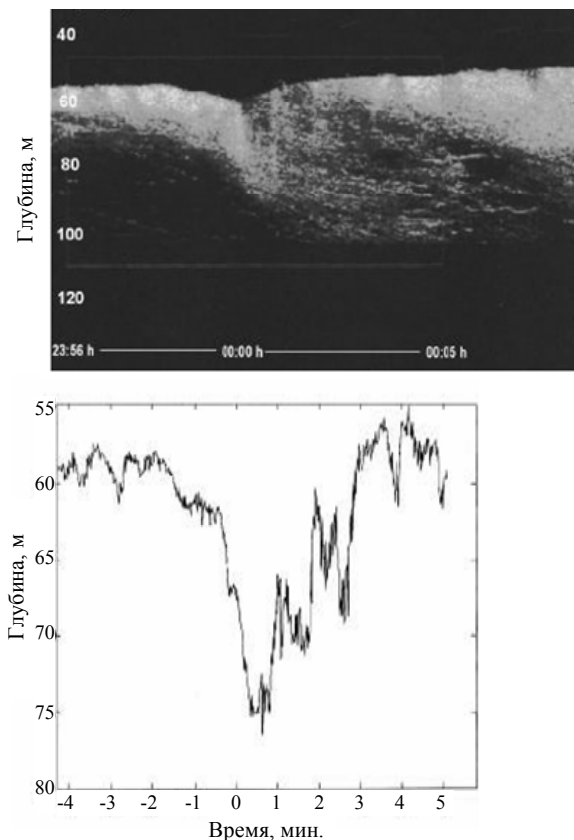


Рис. 1. Реакция скопления сельди при прохождении судна

Результаты экспериментов на скоплениях преднерестового минтая в заливе Аляска с использованием свободно дрейфующего буя с эхолотом [7] показали, что шум судна вызывал уменьшение акустической плотности скоплений преднерестового минтая (S_a) в 2-2,5 раза. Причем сила реакции разреженных пелагических скоплений минтая ночью была заметно выше, чем придонных скоплений днем. Аналогичные результаты получены на скоплениях неполовозрелого минтая. Реакция избегания проявлялась как у рыб, находящихся в 30 м от поверхности, так и на более типичных для минтая глубинах 100-200 м. Реакцию минтая на шум промыслового судна наглядно иллюстрирует рис. 2. Отчетливо видно «приседание» минтая при подходе судна к бую и его последующее рассеяние в шумовом поле гребного винта.

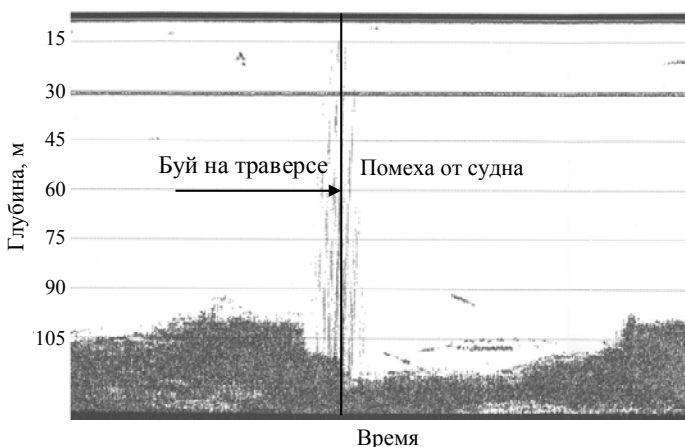


Рис. 2. Реакция скоплений минтая на шумовое поле рыбопромыслового судна

Шумы судов могут существенно повлиять на распределение объектов лова и условия промысла. При проведении тралово-акустических съемок минтая в северо-западной части Берингова моря, когда исследования выполнялись с обеих сторон конвенционной линии между Россией и США (в 2002 и 2008 гг.), основные скопления мигрирующего минтая были сосредоточены к юго-востоку от конвенционной линии в экономической зоне США (рис. 3).

Вероятно, продвижение минтая в северо-западном направлении сдерживало шумовое поле, создаваемое промысловыми судами, непрерывно курсирующими вдоль конвенционной линии, как правило, в местах выхода рыбы в российскую зону. Иначе чем объяснить такие высокие плотности в зоне США и отсутствие эхозаписей в зоне России, притом, что условия обитания на момент выполнения съемки были благоприятными для нагула минтая с обеих сторон конвенционной линии (рис. 4).

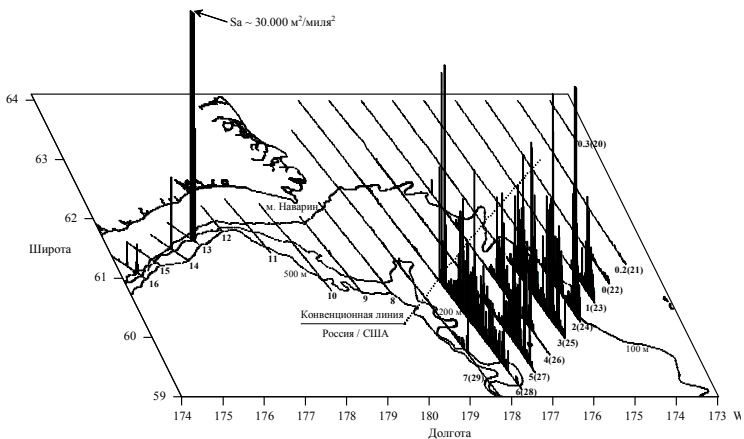


Рис. 3. Распределение относительной плотности скоплений минтая Sa (m^2/mi^2) вдоль галсов акустической съемки в северо-западной части Берингова моря (НИС «ТИНРО», июль 2002 г.)

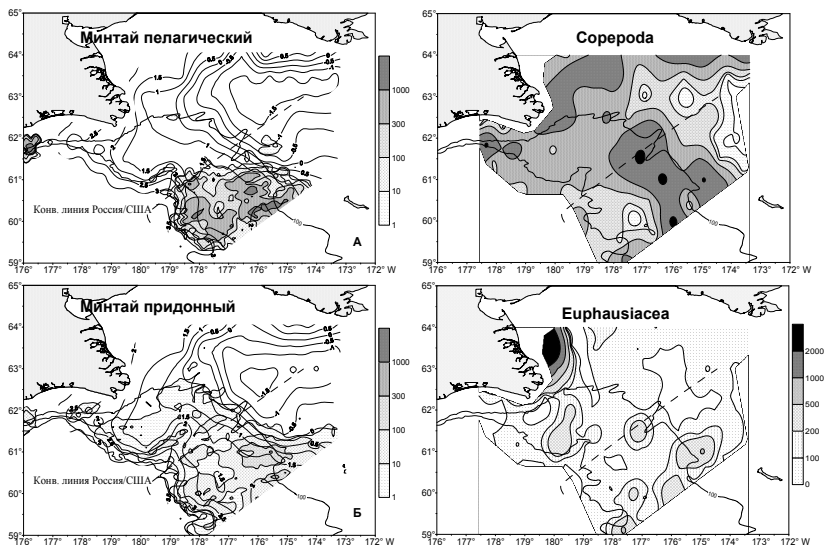


Рис. 4. Распределение плотности (тыс.шт./миля²) пелагических и придонных скоплений минтая и биомассы *Copepoda* и *Euphausiacea* (mg/m^3) в северо-западной части Берингова моря (НИС «ТИНРО», июль 2002 г.)

Дистанция, на которой теоретически возможна избегательная реакция минтая на акустическое поле судна типа РТМС, составляет 350–400 м. Эти расчеты подтверждают приведенные выше данные, полученные для минтая, сельди и других объектов с помощью буев и стационарно установленных эхолотов. Особенно шумы судов могли повлиять на распределение пелагических скоплений, обитающих в толще воды на изобатах менее 200 м и, возможно, поэтому имеющих в июле, как видно из рис. 4, гораздо меньшую площадь распространения в российской зоне, чем придонные скопления.

Сила и продолжительность избегающей реакции существенно зависят от физиологического состояния рыб. Рыбы обычно легко возбуждаются в состоянии повышенной двигательной активности (например, в периоды миграций). Питающиеся рыбы менее активны и индифферентны к акустическим раздражителям, чем нерестящиеся объекты (рис. 5). Весьма показательны в этом отношении эксперименты, выполненные в норвежских фиордах на скоплениях зимующей и нерестящейся сельди (рис. 5). Реакция избегания зимовальной сельди вызывала потери энергии эхосигнала (акустической плотности рыб) до 80 % и более [5]. Та же сельдь, но уже во время нереста абсолютно не реагировала на шум судна [6]. Таким образом, двигательное поведение и дистанции реагирования на шум судна определяют не только пределы физического восприятия шума, но и пищевые и репродуктивные потребности, отражающие физиологическое состояние рыб.

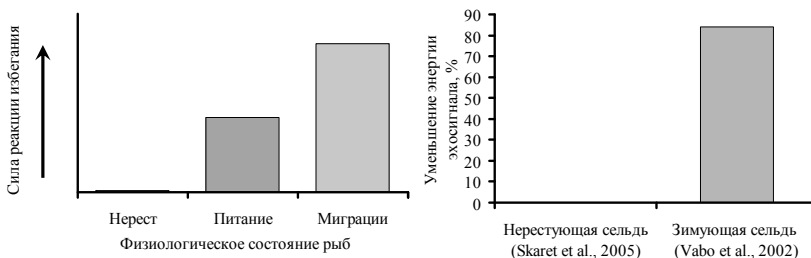


Рис. 5. Влияние физиологического состояния рыб на реакцию избегания

Резюмируя вышеизложенное, можно заключить, что как пелагические, так и придонные рыбы воспринимают шум судна как сильный раздражитель. Дистанция реагирования рыб, по данным различных исследователей, существенно варьирует от 40 до 500 и более метров (чаще от 100 до 200 м) в зависимости от вида (слуховых способностей) рыб, времени суток, уровня шума и физиологического состояния рыб.

Это означает, что шум судна может оказывать существенное влияние на результаты оценки запасов рыб и эффективность промысла. На рис. 6 представлена схема, иллюстрирующая влияние шума судна на тралово-акустические оценки запасов рыб и уловы промысловых судов.

Влияние шума на эхоинтеграционную оценку классифицировано на несколько факторов, среди которых особенно важны отпугивающее действие шума на рыб и непосредственное его наложение на полезный сигнал эхолота, вследствие чего вносятся дополнительные погрешности при эхоинтегрировании.

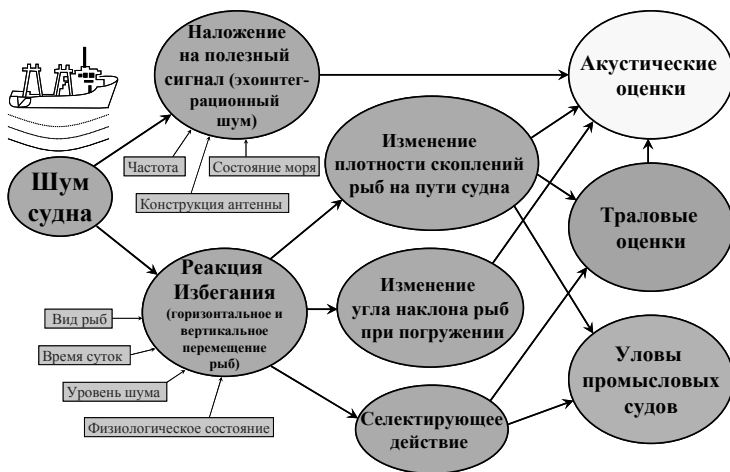


Рис. 6. Эффекты влияния шума судна на поведение и оценки запасов рыб

Уменьшение плотности скоплений рыб под судном при их обтекании шумового поля судна служит источником погрешности эхоинтеграционных съемок, выполняемых с помощью средств вертикальной эхолокации, как, впрочем, и траловых оценок численности и биомассы рыб. Кроме того, шум судна может быть причиной потери значительной части улова, особенно на траловом промысле быстрых пелагических рыб.

Изменение угла наклона рыб при погружении по сравнению с дорсальным аспектом в спокойном состоянии может служить причиной уменьшения силы цели рыб и увеличения, таким образом, погрешности оценки их численности тралово-акустическим методом [8].

Погрешность может возникать и при оценке размерного состава рыб, поскольку известно, что более взрослые (крупные) рыбы сильнее реагируют на акустические раздражители, чем их молодь [9]. Особенно значительным селектирующее влияние шума может быть при изучении смешанных скоплений рыб разных видов и размерных классов, имеющих, к тому же, различные энергетические возможности (скорости плавания) и поведение. Нет необходимости говорить об отрицательном следствии такого влияния на эффективность тралового промысла.

Суда, выполняющие оценки запасов рыб, в идеале не должны влиять на поведение рыб, захватываемых эхоинтегрирующей аппара-

турой и орудиями лова, или свести это влияние к минимуму. В 1995 г. ICES дал рекомендации по уровню шума судов, согласно которому уровень шума судна на частотах ниже 2 кГц не должен превышать порог восприимчивости рыбами шума на расстоянии 20 м [10]. Частотная характеристика уровней шума, ограничивающая зону влияния судна на поведение рыб, согласно ICES, показана на рис. 7.

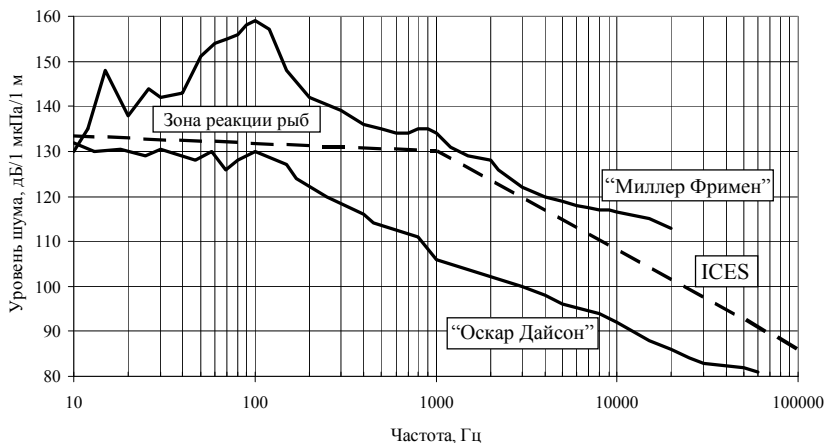


Рис. 7. Характеристики подводных шумов научно-исследовательских судов США относительно рекомендуемой ICES

Суда, обычно используемые в съемках, являются очень шумными. Например, уровень шума НИС «Миллер Фримен» (США) во время эхосъемки превышает рекомендуемый ICES уровень приблизительно на 25 дБ (почти в 20 раз) и на 15 дБ (в 6 раз) во время траления на частоте 100 Гц.

Новое судно «Оскар Дайсон» (США) построено с учетом рекомендаций ICES по шуму. По нашим оценкам превышение шума как составляющей эхосигнала НИС «Профессор Кагановский» (ТИНРО-Центр) над так же оцененным шумом НИС «Оскар Дайсон» на частоте 38 кГц составляет около 30 дБ (превышает рекомендуемый уровень более чем в 30 раз).

Библиографический список

1. Knudsen H.P., Mitson R.B. Some causes and effects of underwater noise on fish abundance estimation // Full papers of 6 ICES Symposium on Acoustic in Fisheries and Aquatic Ecology. Bergen, 2002. P. 1148-1158.
2. Кузнецов М.Ю. Гидроакустические методы и средства дистанционного управления поведением рыб на промысле: моногр. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2007. 130 с.

3. *Простаков А.Л.* Гидроакустика и корабль: моногр. Л.: Судостроение, 1967. 100 с.

4. *Popper A.N., Fay R.R., Platt C., Sand O.* Sound detection mechanisms and capabilities of teleost fishes // *Sensory Processing in Aquatic Environments*. – N. Y.: Springer-Verlag, 2003. P. 3-38.

5. *Vabs R., Olsen K., Huse I.* The effect of vessel avoidance of wintering Norwegian spring spawning herring // *Fisheries Research*. 2002. Vol. 58. P. 59-77.

6. *Skaret G., Axelsen B. E., Nøttestad L., Ferno A., Johannessen A.* The behaviour of spawning herring in relation to a survey vessel // *ICES Journal of Marine Science*. 2005. Vol. 62. P. 1061-1064.

7. *Wilson C.D.* Fish avoidance to a research survey vessel // *ICES Symposium on Fish Behaviour in Exploited Ecosystems*. Bergen, Norway, 2003. P. 78.

8. *McQuinn I.H.* A review of the effects of fish avoidance and other fish behaviours on acoustic target strength, special identification and biomass estimation // *ICES FAST WG*. St. John's, Canada, 1999. 17 p.

9. *Engas A., Lokkeberg S., Ona E., Soldal A. V.* Effects of seismic shooting on local abundance and catch rates of cod (*Gadus morhua*) and haddock (*Melanogrammus aeglefinus*) // *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 1996. Vol. 53. P. 2238-2249.

10. *Mitsun R.B.* Underwater noise of research vessels: review and recommendations // *ICES Cooperative Research Report*. Copenhagen, 1995. № 209. 61 p.

УДК 639.446

**Д.Д. Лагунова, Е.А. Герасимова, В.В. Чернецов,
Дальрыбвтуз, Владивосток**

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЫРАЩИВАНИЯ ГРЕБЕШКА
КОМБИНИРОВАННЫМ СПОСОБОМ
(СОЧЕТАНИЕ ПОДВЕСНОГО И ДОННОГО)**

Исследован комбинированный способ выращивания гребешка. В результате путем сравнения донного и пелагического способов выращивания гребешка было выяснено, что наиболее рентабельным является комбинированный способ, так как сочетание двух способов культивирования позволяет экономить при пересадке молоди и при этом ежегодно увеличивать сбор гребешка.

В последние годы во многих странах мира значительно выросли темпы наращивания объемов культивирования морских гидробионтов (ценных видов рыб, беспозвоночных и водорослей).

Интенсивное развитие марикультуры в мире вызвано рядом факторов. Основными из них являются следующие:

- большое разнообразие объектов культивирования с высокими пищевыми и лечебными свойствами;
- возможность управлять и контролировать процессы выращивания;
- круглогодичное получение продукции;
- сравнительно быстрая окупаемость капитальных вложений.

Россия занимает среди промышленно развитых стран одно из последних мест в мире по масштабам марикультуры. Однако созданный в течение многих десятилетий научно-технический потенциал и хорошие естественные условия, особенно на Дальнем Востоке России, и в частности, на юге Приморского края позволяют надеяться на возможность ускоренного развития марикультуры в нашем регионе.

Для юга Приморья наиболее отработанными являются биотехнологии культивирования таких объектов, как приморский гребешок и трепанг.

Приморский гребешок в мировом потреблении морских моллюсков занимает третье место после устриц и мидий благодаря своим превосходным вкусовым качествам и полезным свойствам.

В последние годы естественные запасы гребешка оказались сильно подорваны. Этому способствовало множество причин – возрастающие объемы промысла, загрязнение вод океана и др. В нашей стране и за рубежом были приняты законы, ограничивающие промысел гребешка. Выход из создавшейся ситуации – быстрее и шире развивать работы по разведению гребешка донным и подвесным способами.

Гребешок является одним из наиболее ценных, биологически чистых продуктов, пользующихся широким спросом как у нас в стране, так и за рубежом. При регулярном употреблении он оказывает положительное действие в профилактике атеросклероза, нормализует содержание холестерина в крови.

Приморский гребешок относится к классу двустворчатых моллюсков *Bivalvia*. В Японском море он обитает чаще всего на глубинах 1-80 м., обычно селится в местах с быстрым течением на илисто-песчаном и илистом грунте с примесью гальки и ракушки, а также на гальке, крупном песке и среди камней.

Основной пищей гребешку служат детрин, фитопланктон, мелкие представители зоопланктона, а также бактериофауна. Способ питания – фильтрация.

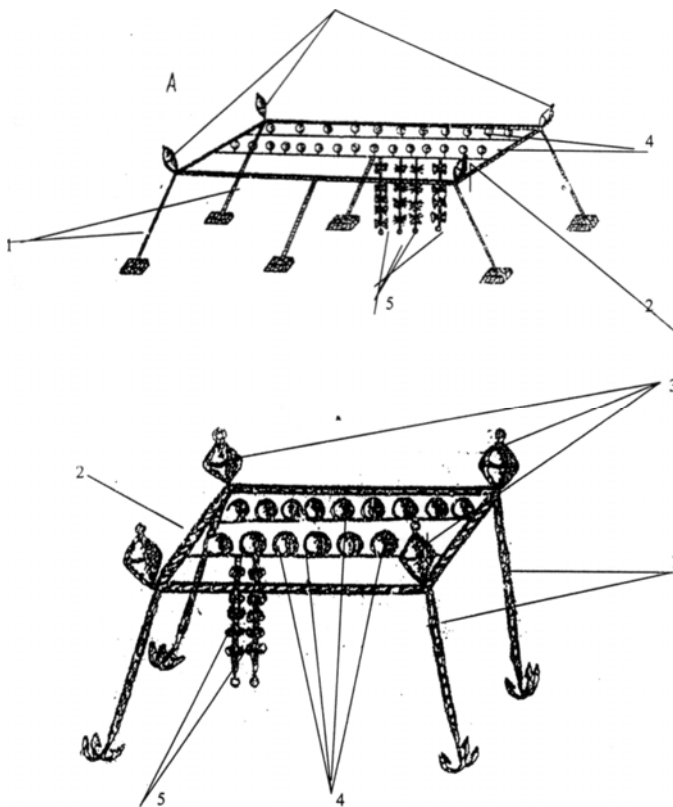
Приморский гребешок предпочитает высокую соленость воды в диапазоне 32-33 ‰; для личинок диапазон солености шире, так как верхний предел равен 37 ‰.

В естественных условиях наибольшая смертность гребешка происходит на ювенильных стадиях. Так, за первые полгода жизни спата его отход достигает 82-100 %, что связано со слабой устойчивостью личинок и спата к колебаниям (особенно резким) температуры и солености, заливанию и пониженному содержанию растворенного кислорода.

Наибольшие темпы линейно-массового роста отмечаются в первые 3-4 года жизни гребешка, в дальнейшем они снижаются.

Основным методом культивирования гребешка приморского является получение спата на коллекторах и выращивание его в садках до товарных размеров в естественных условиях.

Первый этап культивирования гребешка подвесным способом такой же, как и при донном выращивании и представляет собой получение годовиков гребешка на коллекторно-садковой установке. Этот этап заключается, прежде всего, в сборе спата на коллекторы, которые размещаются на специальной установке – гидробиотехническом сооружении (ГБТС).



На рисунке показаны гидробиотехнические установки, которые имеют в своем составе несущие и выростные элементы: 1 – якорные оттяжки; 2 – несущие канаты; 3 – буи; 4 – плавучести; 5 – выростные элементы (гирлянды коллекторов).

Нерест приморского гребешка происходит при температуре воды 7-9 °С. После нереста личинки гребешка плавают в планктоне еще 4 недели, достигая размера перед оседанием 270 микрон.

За это время нужно успеть сделать коллекторы для сбора спата (молоди) гребешка. Коллектор представляет собой устройство для сбора и подращивания спата гребешка и состоит из оболочки и наполнителя. Оболочка изготавливается из трикотажной капроновой дели с ячейей 3-5 мм или из полиэтиленовой мононити. Из сетного полотнища шьется мешочек размером 70 x 30 см, в который помещается сетной полиэтиленовый рукав с ячейей 7-12 мм и длиной 1,5 м. Рукав складывается в виде гармошки для придания мешочку объемной формы. Для сбора спата с целью увеличения рабочей поверхности коллекторов их наполняют искусственными субстратами (делью, сетками). Готовые мешочки привязываются последовательно на поводец на расстоянии 50-70 см друг от друга. Таким образом, 10 коллекторов-мешочков образуют гирлянду. С нижнего конца гирлянды подвязывается груз массой 0,3-0,5 кг. К верхнему концу гирлянды подвязывается поводец – 5-7 м в зависимости от горизонта выставления и глубины места. Гирлянды подвязываются на несущий канат (хребтину) через 1 м. В плавучем состоянии установка поддерживается 4 угловыми буйами и кухтылями или наплавами, которые равномерно распределяются на раме и хребтинах.

Перед выставлением коллекторов необходимо через 2-3 дня брать планктонные пробы на наличие в них личинок гребешка.

Как только в планктоне появились личинки гребешка размером 270 микрон, необходимо сразу приступить к постановке коллекторов. Гирлянды коллекторов выставляют в горизонте от 6 до 9 м от поверхности на поводках длиной 6 м через 1 м.

Планктонные пробы продолжают брать на наличие в планктоне личинок морских звезд – главных врагов гребешка и личинок мидии, засоряющих гребешковые коллекторы. Личинки звезд оседают в мешки с гребешком и растут быстрее личинок гребешка, по мере роста молодь звезд начинает питаться молодью гребешка.

Поэтому правило такое – если молодь звезды на гребешковые коллекторы не осела, то разбор гребешковых коллекторов можно начинать в сентябре, когда молодь гребешка достигнет размера 5 мм. Если молодь звезды осела, тогда нужно дожидаться, когда оседание личинок гребешка закончится, и в планктоне исчезнут личинки мидии. Это покажут планктонные пробы. Тогда гребешковые коллекторы нужно поднять в горизонт 0,5 м от поверхности для ускорения роста молоди гребешка в более теплой поверхностной воде, и гребешок достигнет размера 5 мм в середине августа. В самом поверхностном слое коллекторы располагать не следует, так как в это время могут быть интенсивные осадки от проходящих тайфунов, а молодь гребешка очень чувствительна к распреснению воды. И пока молодь звезд не начнет интенсивно питаться молодью гребешка, нужно сортировать последнего от звезд и мидии и отсаживать в садки. На вопрос о том, как поступают китайцы в такой ситуации, они ответили, что в этом случае вместо 10 человек на-

бирают 100 и в 10 раз быстрее сортируют молодь гребешка, пока она не съедена молодью звезд. У нас такое осуществить трудно. Ситуация с оседанием личинок звезд на гребешковые коллекторы повторяется в южном Приморье 1 раз в 4-5 лет.

Самая главная особенность в получении молоди гребешка состоит в том, что его личинки оседают в горизонте глубже 6 м, а основное количество личинок мидии оседает в горизонте от 0 до 4 м. Но когда личинок мидии в планктоне много, то все равно на гребешковые коллекторы оседает количество мидии, соизмеримое с количеством осевшего гребешка. Поэтому возникает необходимость сортировки молоди гребешка. Этот процесс выполняется вручную через сито определенной ячеи. На раннем этапе сортировки молодь гребешка крупнее молоди мидии, которая проваливается через сито.

Китайцами было предложено устройство для сортировки ручного типа в виде сетчатого барабана, в который насыпается молодь гребешка. Барабан с помощью ручки вращается в заполненной водой емкости, и молодь мидии просеивается через сито.

Отсортированную молодь гребешка отсаживают в садки с диаметром полочки 30 сантиметров и ячеей оболочки от 3 до 5 мм. По мере роста гребешка биотехнологией предусматривается несколько пересадок с уменьшением плотности посадки в 1 садке с ячеею от 8 до 10 мм. На каждую полочку отсаживается 250 штук молоди. Если позволяют средства, то можно отсаживать на каждую полочку 100 или даже 50 гребешков. Темпы роста будут выше, но потребуются больше садков.

Садки с молодью гребешка подвешиваются на канат на расстоянии 1 м друг от друга, и канаты притапливаются до весны для предотвращения воздействия льда и штормов.

Полученная молодь гребешка сеголетка или годовика становится уже товаром, который можно собрать при помощи понтон-площадки и продать.

Понтон-площадка – это универсальное плавсредство, используемое для отсадки, последующих пересадок и сбора гребешка.

Пересадка гребешка-годовика в садки производится в Приморье в конце апреля – начале мая. Выживаемость молоди гребешка в садках с осени до весны составляет более 90 %. Гребешок отсаживается в садки диаметром 30 см и размером ячеи оболочки 2 см. Если предполагается выращивать гребешок до 3 лет, то годовик отсаживается с плотностью 20 штук на полочку, если до 2 лет, то с плотность 10 штук на полочку, чтобы темпы роста были быстрее.

Садки с гребешком-годовиком, отсаженным в мае, подвергаются в верхнем горизонте оседанию молоди мидии в июне. Это приведет к необходимости чистки садков к осени и пересадки гребешка-годовика в другие садки, так как на садки осядет мидия, что утяжелит вес садков и уменьшит фильтрацию воды внутри садка из-за уменьшившейся ячеи и конкуренции за пищу, так как мидия также питается фитопланктоном, фильтруя воду, как и гребешок. Чтобы этого не произошло, садки вывешиваются на длинных поводках, и в нижнем горизонте мидия на сад-

ки не осядет. По результатам просмотра планктонных проб, когда личинки мидии в планктоне исчезнут, длинные поводки на садках укорачиваются и чистятся от мидии, и садки с гребешком располагают ближе к поверхности, где темпы роста гребешка выше. Если гребешок-сеголеток отсаживать осенью по 50 штук на полочку, то ему не тесно будет расти до июля следующего года в притопленных с осени садках, и потом поднимать садки и рассаживать его по 10 штук на полочку после исчезновения из планктона мидии.

Если держать гребешок непересаженным в притопленных садках с одного года до трех для уменьшения трудоемкости работ, то садки могут обрости мидией и другими организмами – гидроидами, баянусами, асцидией и другими. Это увеличит вес садка, и плавучести может не хватить, из-за чего садок ляжет на дно, где гребешок погибнет от ила и нападения морских звезд и рыб. Поэтому в этом случае необходимы регулярные водолазные осмотры плантаций.

Товарных размеров гребешок достигает в возрасте 3 лет: высота раковины – 100-120 мм; общая масса – 150-170 г, масса мускула – 20-25 г, или 13-15 % от общей массы.

Если часть годовиков не будет размещена на садковых плантациях из-за ограниченной вместимости, то эта часть годовиков будет расселена на специально подготовленные донные плантации для выращивания их до товарного размера. Кроме того, на дно будут расселяться излишки молоди гребешка, которые могут появляться при следующих пересадках гребешка

Плотность посадки годовиков на дно – 20 экз./м². При этом способе рост гребешка до товарных размеров происходит на донных участках.

Урожай можно собирать через 3 года жизни гребешка в садках, а также на донных плантациях.

Размеры гребешка, выращенного на дне, такие же, как и выращенного в садках.

Итак, из вышеизложенного следует, что культивирование гребешка имеет ряд преимуществ перед добычей. Урожай гребешка с единицы площади поднимают в 2-3 раза больше, чем при добыче. При этом обеспечивается планомерная заготовка сырья, возможность выращивания моллюска там, где нет естественных скоплений гребешка.

Комбинированный способ выращивания гребешка является наиболее эффективным, так как подвесному культивированию гребешка обязательно сопутствует донное выращивание излишков молоди, образующихся после расселения в садки.

При рассмотрении по отдельности донного и подвесного способов культивирования гребешка становится ясно, что оба эти способа имеют как плюсы, так и минусы в применении.

К примеру, подвесной способ требует больших капитальных вложений: для создания коллекторно-садковой установки, садковой установки и приобретения плавсредств. Но при подвесном выращивании выживаемость молоди гребешка очень высока. Например, к концу второго года выращивания отход молоди равен 3 %, а при достижении

молодью возраста 2,5-3 лет этот показатель равен 4 % от общего количества годовиков, расселенных в садки, или 1 % за третий год.

Донный способ не требует больших капитальных вложений, но показателем выживаемости на дне сильно колеблется: от 5 до 90 %.

Сочетание двух способов культивирования позволяет экономить при пересадке молоди гребешка, высаживая оставшуюся часть не расселенных в садки годовиков и двухгодовиков на специально подготовленные донные участки. При этом и донный, и подвесной гребешок продолжают расти на одном участке: подвесной в толще воды, а донный соответственно на дне.

Использование садкового культивирования в комбинации с донным позволяет ежегодно увеличивать сбор урожая на участке 1 га в 2,6 раза по сравнению с объемами, получаемыми при чисто садковом выращивании.

Для рентабельности культивирования гребешка следует:

1. Постоянно брать планктонные пробы на наличие в воде различных планктонных организмов (не только гребешка, но и мидии, звезды – главных врагов гребешка).

2. Вовремя проводить отчистку участка от хищников и мидии.

3. Следить за температурным режимом и диапазоном солености воды.

4. Внедрять механизацию при сортировке молоди гребешка. К примеру, если Китайский сетчатый барабан увеличить в размерах и на него поставить механический привод, то производительность сортировки молоди гребешка может возрасти во много раз.

5. Использовать в производстве садки с большим количеством полочек. И при этом рассаживать молодь не по 250 штук на одну полочку, а по 50 для повышения большей эффективности роста гребешка.

6. Гребешок, оставшийся после отсадки в садки выращивать донным способом на этом же участке.

7. Выращивать гребешок следует первые 3-4 года жизни, затем рост резко снижается, и выращивать гребешок дальше экономически нецелесообразно.

Общий урожай гребешка, выращенного комбинированным способом до товарных размеров, будет формироваться тремя составляющими:

- урожаем с садковых плантаций;

- урожаем, выращенным из излишков годовиков, расселенных на донные плантации;

- урожаем, выращенным из излишков двухлеток, расселенных на донные плантации.

Библиографический список

1. Герасимова Е.А., Чернецов В.В. Технологии подвешеного выращивания гребешка в мелководных бухтах Приморья на примере бухты Северной // Успехи рыболовства: сб. науч. тр. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2008.

2. Марковцев В.Г., Брегман Ю.Э., Пржемнецкая В.Ф. и др. Культивирование тихоокеанских беспозвоночных и водорослей. М.: Агропромиздат, 1987.

3. Мингазутдинов А.М. Гидробиотехнические сооружения для хозяйств марикультуры. Владивосток: ОНТИ ЦПКТБ Дальрыбы, 1989.

4. Справочник по культивированию беспозвоночных в Южном Приморье / Сост. А.В. Кучерявенко, Г.С. Гаврилова, М.Б. Бирюлина. Владивосток: ТИНРО-Центр, 2002.

5. Стоценко А.А. Гидробиотехнические сооружения. Владивосток: Изд-во ДВГУ, 1986.

УДК 639.20.01.5

**К.М. Малых, КамчатНИРО; Д.В. Йогминас, Е.Г. Норинов,
КамчатГТУ, Петропавловск-Камчатский**

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАЛОГАБАРИТНЫХ НЕОБИТАЕМЫХ ПОДВОДНЫХ АППАРАТОВ В РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЦЕЛЯХ

Даётся обоснование необходимости применения подводных методов в рыбохозяйственных исследованиях. Выполнен анализ технических характеристик современных телеуправляемых подводных аппаратов малого класса. Приведены виды технических и исследовательских работ, осуществляемых подводными аппаратами малого класса.

Подводные исследования как средство получения визуальной информации в научных и прикладных целях исторически ровесники кибернетике, т.е. им чуть более полувека. Однако развивались эти направления по-разному. В кибернетике приоритет отдавался машинам, в подводных исследованиях – человеку. И, поскольку спрос на продукцию кибернетики возрастал в геометрической прогрессии, её сегодняшнее состояние не требует дополнительных оценок. Подводные же исследования, оставляя незыблемым приоритет присутствия человека во враждебной ему среде, в своём развитии сталкивались с множеством проблем, причинами которых были как объективные, так и субъективные факторы. В настоящее время они всё более и более роботизируются, что, в общем-то, нельзя считать отрицательной тенденцией. Преимущества кибернетических систем под водой обеспечиваются, прежде всего, малыми габаритами и безопасностью.

Использование подводных аппаратов в рыбохозяйственных целях для комплексного исследования сырьевых ресурсов, изучения поведения объектов лова и совершенствования технических средств рыболовства в 60-х – 80-х гг. прошлого столетия позволили значительно

увеличить объём знаний о состоянии запасов водных биологических объектов, изучить неизвестные ранее особенности взаимодействия гидробионтов с орудиями лова, существенно продвинуть и ускорить технологическое развитие отрасли. Это стало возможным, в первую очередь, благодаря работе исследователей в обитаемых аппаратах отечественной постройки, таких, как «Атлант», «Тетис», «ТИНРО-2» и других, интенсивно эксплуатируемых особенно на севере и Дальнем Востоке страны, а также в Атлантике.

В силу специфики получаемой информации методы подводных исследований позволяют качественно и количественно обогащать базы данных по некоторым новым направлениям океанографии, морской экологии, гидробиологии, гидроакустики и другим дисциплинам, так как дают возможность изучать такие особенности объектов и процессов, которые недоступны для исследований другими методами. Например, в глубоководных исследованиях несомненный интерес для рыбного хозяйства представляют уточнение границ обитания промысловых объектов, установление диапазона вертикальных миграций этих объектов, выявление экологических связей между глубоководными организмами и организмами в зоне промысла. А изучение особенностей поведения водных биологических объектов в их естественных условиях обитания вообще невозможно без непосредственных подводных наблюдений.

Еще одна важная функция подводных методов исследований состоит в том, что они во многом формируют психологию исследователя, расширяют его кругозор, что, несомненно, влияет на анализ собранных материалов и выводы.

Таким образом, методы подводных исследований, как при самостоятельном применении, так и в сочетании с другими методами, являются необходимым и перспективным средством обеспечения рыбного хозяйства научной информацией о сырьевой базе и эффективности способов добычи промысловых объектов.

Современные аппараты оснащаются уникальными приборами и инструментами, прогрессивными разработками в области теле- и светотехники; системы навигации и связи сделали их более чувствительными к изменяющимся условиям в сложной подводной обстановке. Однако далеко не все современные подводные аппараты (ПА) способны выполнять функции, необходимые в рыбохозяйственных исследованиях. Например, для наблюдений за работой буксируемых орудий лова можно использовать только привязные аппараты типа БНК или буксируемые роботы, обладающие высокой маневренностью. Для исследований процесса лова гидробионтов снурреводами требуется особый режим работы аппарата, сочетающий статическую и динамическую фазы наблюдений, соответствующие специфике работы неводов.

Широкое распространение в последнее время в различных областях подводных исследований получили малогабаритные управляемые ПА. Легкие и портативные мобильные роботы отличаются маневренностью, способны к быстрой адаптации к конкретному виду выполняемой

задачи, требуют относительно небольших затрат на их производство и эксплуатацию. Известно, что затраты на содержание, обслуживание и эксплуатацию обитаемых ПА на протяжении всего жизненного цикла, как правило, превышают стоимость их постройки или закупки. Привязанные телеуправляемые НПА, в особенности мини- и микроаппараты (МТПА), сравнительно дешевы (от 150 до 600 тыс. руб.).

Технические характеристики современных МТПА находятся в указанных ниже пределах:

- глубина погружения	до 600 м
- скорость движения	до 4 уз
- потребляемая мощность	0,15-3,0 кВт
- габаритные размеры подводных аппаратов:	
- длина	0,21-0,54 м
- ширина	0,18-0,24 м
- высота	0,15-0,25 м
- масса подводного аппарата	10-15 кг

Подводный аппарат нового поколения «Фалкон» (рис. 1) предназначен для выполнения поисковых и исследовательских работ в прибрежных морских водах. Построение подводного аппарата на несущей раме из полипропилена, а также применение современных микропроцессорных электронных систем управления позволяют значительно уменьшить массогабаритные показатели системы МТПА. Благодаря этому система может быть в кратчайшие сроки перевезена без использования специальных транспортных и грузоподъемных средств и приведена в состояние готовности для дальнейшего использования. Спуск и подъем подводного аппарата могут осуществляться вручную без применения специального спускоподъемного устройства, т.е. отпадает необходимость в дорогостоящем судне-носителе, а в полевых условиях работа с ним возможна с небольших катеров и резиновых лодок.

МТПА «Фалкон» оборудован четырьмя горизонтальными и одним вертикальным движителями. Благодаря оригинальному техническому решению построения системы управления и малому моменту инерции движителей обеспечиваются высокие точность и скорость обработки движителями сигналов управления (изменения скорости вращения, реверс). Для связи подводного аппарата и надводного модуля применяется тонкий и гибкий кабель-трос с низким сопротивлением движению и близкой к нулевой плавучестью.

Пульт ручного управления содержит все необходимые элементы для изменения скорости, глубины и курса подводного аппарата, а также наклона видеокамеры, мощности светильников. Включение режима «автопилот» обеспечивает движение подводного аппарата с постоянным заданным курсом и заданной глубиной погружения. Надводный модуль содержит специальное программное обеспечение для контроля и управления подводным аппаратом.

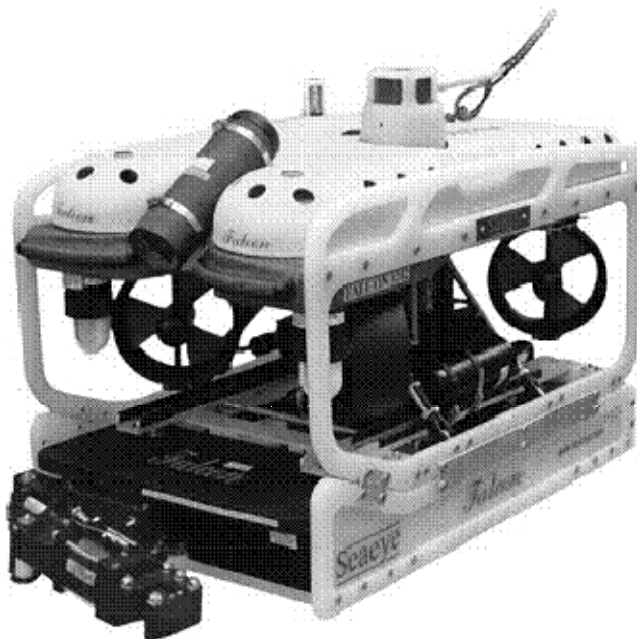


Рис. 1. Малогабаритный телеуправляемый подводный аппарат малого класса «Фалкон»

Для питания системы МТПА «Фалкон» достаточно обычной однофазной сети переменного тока 220 В. Потребляемая мощность составляет 2,8 кВт.

Рама подводного аппарата полностью изготовлена из полипропилена, обладает высокими прочностными характеристиками и не поддается коррозии. Кроме того, модульная конструкция рамы обеспечивает более простую и быструю замену поврежденного элемента. Все электронные компоненты подводного аппарата, а также кабели и дополнительное оборудование крепятся к раме и могут быть в короткие сроки демонтированы. Элементы системы независимы друг от друга с целью повышения надежности функционирования. Установка и подключение дополнительного оборудования могут выполняться в полевых условиях и не требуют разборки узлов подводного аппарата.

Автоматическое поддержание курса, глубины и скорости движения при помощи ввода программ дает возможность оператору переключить своё внимание с управления аппаратом на изучение подводной обстановки.

Дополнительно устанавливаемое оборудование, включающее в себя светодиодные светильники, компас, глубиномер, датчик темпера-

туры, лазерную линейку для оценки геометрических параметров объектов, черно-белую или цветную видеокамеру на платформе с изменяемым углом наклона, позволяет расширить возможности аппарата, заложённые в него разработчиками.

Другой современный подводный робот RovBuilder mini-300 (рис. 2), предназначенный для видеосъёмки на глубине до 150 м, оснащён миниатюрной видеокамерой с углом поворота по команде оператора до 140° и светодиодными осветителями с возможностью регулирования освещённой зоны перед аппаратом. Его основные технические характеристики:

- габаритные размеры	400 мм×250 мм×200 мм
- вес аппарата (полной системы)	4,5 (34) кг
- максимальная рабочая глубина	150 м
- электропитание внешнее	220 В 50 Гц
- потребляемая мощность	до 400 Вт
- диапазон рабочих температур: воздуха (воды)	-5° ... +45°(0° ... +25 °С)
- количество движителей (тяга в упоре каждого)	3 (1,3 кг)
- скорость горизонтального движения	до 1,3 м/с
- скорость вертикального движения	до 0,2 м/с
- длина кабеля	300 м
- диаметр кабеля	8 мм



Рис. 2. Подводный робот RovBuilder mini-300

Спектр применения подводных аппаратов довольно широк. Однако в рыбохозяйственных исследованиях возможное применение подводных аппаратов сводится к следующему:

- наблюдение за работой буксируемых орудий лова;
- изучение поведения гидробионтов в естественной среде обитания и во взаимодействии с орудиями лова;
- идентификация и изучение миграций морских организмов;
- взятие проб грунта или донной растительности, поимка живых сидячих или малоподвижных особей бентосных животных;
- непосредственное изучение донных биоценозов;
- изучение полей течений, температуры, солёности, плотности, гидрооптических и звуковых полей в водных слоях;
- запись и анализ звуков, издаваемых водными биологическими объектами;
- изучение влияния орудий лова на рельеф дна и состояние донных сообществ;
- изучение действия звукового, электрического и светового полей на процессы концентрации промысловых объектов;
- разведка и определение численности глубоководных промысловых объектов;
- изучение распределения и плотности промысловых популяций.

Проведение прямых подводных наблюдений даст возможность детально изучить структуру популяций, что будет способствовать организации рационального промысла. Кроме этого наблюдения за процессами лова дадут информацию для оценки эффективности работы орудий лова и позволят поднять уровень промышленного рыболовства на более высокую ступень.

Достижение максимального эффекта от применения подводных аппаратов возможно при использовании их совместно с традиционными методами и средствами рыбохозяйственных исследований.

Библиографический список

1. *Войтов Д.В.* Подводные обитаемые аппараты М.: Изд-во АСТ; Изд-во Астрель, 2002. 303 с.
2. *Бочаров А.Ю.* Современные тенденции в развитии миниатюрных подводных аппаратов и роботов за рубежом // Подводные исследования и робототехника. № 2. 2006. С. 36-52.
3. *Шмянский С.Л.* Необитаемые подводные аппараты в рыбном хозяйстве. М.: Агропромиздат, 1990. 108 с.
4. Автономные обитаемые подводные аппараты / Под общ. ред. акад. М.Д. Агеева. Владивосток: Дальнаука, 2000. 272 с.
5. Режим доступа: <http://www.gnom-rov.ru>
6. <http://www.tnpa.ru>
7. <http://www.tetis-pro.ru>
8. <http://www.rovbuilder.com>

**Е.А. Могилин, К.М. Малых, Е.Г. Норинов, КамчатГТУ,
Петропавловск-Камчатский**

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРСПЕКТИВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТРОЛЛОВОГО ЛОВА РЫБЫ В ПРИБРЕЖНЫХ ВОДАХ КАМЧАТКИ (СОЦИАЛЬНОЕ ЗНАЧЕНИЕ, ТЕХНИЧЕСКИЕ И ТАКТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ)

Лов рыбы троллом рассматривается как средство развития рекреационного рыболовства на основе лицензирования. Также рассмотрено возможное промышленное изъятие тихоокеанских лососей в прибрежных водах с использованием маломерных судов традиционной и экспериментальной оснастки, естественных наживок и искусственных приманок, различных тактических приёмов.

Тролловый лов широко развит во всем мире, особенно в прибрежных водах. Лов осуществляется на небольших глубинах. Поэтому этим способом успешно облавливаются пелагические рыбы, обитающие в поверхностных слоях воды. В низких широтах это тунцы, марлины, макрели, лакедра, а в северных – тихоокеанские лососи. Особенно развит тролловый лов лососей в США и Канаде. В этих странах тролловый лов является промышленным по объему вылова, а по затратам ресурсов он скорее кустарный. Только в прибрежных водах Аляски троллом в разные годы вылавливалось более 70 тыс. промысловых экземпляров чавычи, кеты и кижуча. Бывали и менее убедительные результаты (не более 10 тыс. экземпляров), но это, скорее всего, было связано с мерами по регулированию промыслового изъятия лососей в этом штате США.

В связи с тем что тролловый лов возможен в прибрежной зоне и не требует больших затрат ресурсов, в том числе технических средств, его можно успешно развивать в нескольких направлениях: промышленном, кустарном, спортивном, любительском, в том числе в рамках спецтуров, а также для удовлетворения нужд местного населения в виде дополнительного источника продуктов питания. Все эти направления, кроме промышленного, могут быть реализованы на лицензионной основе.

Понятие «лицензионное рыболовство» подразумевает непромышленный лов рыбы или других гидробионтов, организованный с рекреационными и спортивными целями. Другими словами, это любительский лов, контролируемый государственными органами и осуществляемый по лицензиям, выданным этими органами в рамках специально выделенных для этих целей квот. По таким лицензиям может осуществляться добыча рыбы населением, живущим вблизи водоёмов, для личных целей.

Концепция развития спортивного и любительского рыболовства основывается на Конституции Российской Федерации, решениях Конференции ООН по окружающей среде и развитию, Концепции перехода

РФ к устойчивому развитию, международных программах и соглашениях, а также на законодательных и нормативных актах РФ в сфере охраны и использования окружающей среды и водных биоресурсов. Лицензирование непромышленного изъятия водных биоресурсов позволяет эффективно регулировать этот род деятельности населения и контролировать его в рамках существующего законодательства.

Концепция ставит перед собой цели дальнейшего развития любительского и спортивного рыболовства в Российской Федерации и способствует формированию государственной политики в области сохранения рыбных ресурсов и их естественной среды обитания, обеспечивающей их стабильное воспроизводство, при рациональном использовании для обеспечения потребностей населения в активном отдыхе и дополнительных источниках питания.

Спортивное рыболовство – один из видов спортивной деятельности, связанный с изъятием рыбы из природной среды, предполагающий в своей основе принцип соревновательности и осуществляемый в соответствии со специальными правилами. Этот вид деятельности активно реализуется именно с помощью лова рыбы на тролл на просторах прибрежных акваторий многих государств. С развитием технических средств, совершенствованием искусственных приманок этот вид спортивного рыболовства привлекает все больше и больше поклонников во всем мире. К сожалению, чего нельзя сказать о России, где тролловое рыболовство делает только первые неуверенные шаги.

Любительское рыболовство является одним из наиболее популярных видов активного отдыха населения и в то же время при эффективном управлении этот вид общественной деятельности может вносить существенный вклад в экономику региона и страны в целом.

Наиболее очевидным представляется значение любительского и спортивного рыболовства в плане восстановления трудовых ресурсов общества. Занятие этим видом деятельности позволяет сделать более полноценным отдых, укрепляет здоровье, благоприятно влияет на устойчивость организма к стрессовым ситуациям и, по большому счету, вносит вклад в оздоровление нации. Недавнее придание государством статуса официального вида спорта любительскому рыболовству придало новый импульс развитию здорового соревновательного духа среди рыболовов, сделало его привлекательным для еще более широких слоев населения. Увлечение рыболовством создает здоровую альтернативу свободному времяпрепровождению людей в противовес алкоголизму, наркомании и другим социальным порокам.

Результаты анализа основных преимуществ любительского и спортивного рыболовства делают очевидной необходимость привлечения к нему внимания со стороны общественности и заинтересованных организаций, прежде всего государственных институтов управления рыбным хозяйством и природными ресурсами, а также научных учреждений рыбной отрасли, специалистов в областях рыболовной инженерии, ихтиологии, гидробиологии и др.

Любительское рыболовство в России, несмотря на широкое распространение, не получает такого внимания со стороны государства, которым оно пользуется в других странах, имеющих сопоставимые запасы этих природных ресурсов, например, в Канаде и США. Одним из свидетельств этого является отсутствие единой научной базы по исследованию любительского рыболовства, которое в России представляет собой огромный материал для серьезных многоплановых исследований.

Анализируя современное состояние любительского и спортивного рыболовства нельзя обойти вниманием еще один немаловажный фактор, так или иначе взаимосвязанный с этой деятельностью – браконьерство на водоемах. К сожалению, приходится констатировать, что в последнее время оно повсеместно приняло повальный характер и сохраняет тенденцию роста. Увеличиваются как количество лиц, практикующих незаконный лов рыбы, так и число способов и снастей незаконной добычи, зачастую с применением последних достижений техники.

Причины этого явления разнообразны. В последнее время появился новый вид браконьерства – систематическая незаконная добыча рыбы с целью ее продажи. Развитие браконьерства имеет двойное негативное воздействие: с одной стороны, происходит бесконтрольное хищническое истребление рыбных запасов, а с другой стороны, его безнаказанность наносит моральный урон обществу и организованным рыболовам, порождает пессимизм в оценке эффективности природоохранной деятельности.

На предварительном этапе исследований, исходя из имеющихся материальных ресурсов (плавсредства, специальные снасти и оборудование) и ограничений, работы проводили в акватории Авачинской губы.

В качестве плавсредства использовали моторный катер типа «Стрела» с подвесным двигателем «Ямаха» мощностью 115 л.с.

В качестве специального оборудования использовали морские спиннинги с мультипликаторными катушками. Несущую основу снасти составляли высокопрочные плетёные шнуры японского производства. Искусственную приманку представляли собой воблеры, блёсны, октопусы с различными конфигурацией и расцветкой, а также их сочетания в вертикальном ярусе. Заглубителями являлись статические свинцовые грузила и японские гидродинамические (ГД) устройства трёх типов (рисунки 1, 2, 3).

При проводках тролля выполнялись технические измерения пиковых нагрузок при поклевках и вываживании; фиксировалась скорость буксировки снасти в различных вариантах ее оснастки, а также горизонт хода искусственной приманки или гидродинамического заглубителя. По результатам проводок определяли оптимальные режимы буксировки снастей, а также направления буксировок в зависимости от условий лова. Определяли наилучшие одиночные приманки или их сочетание в ярусе.

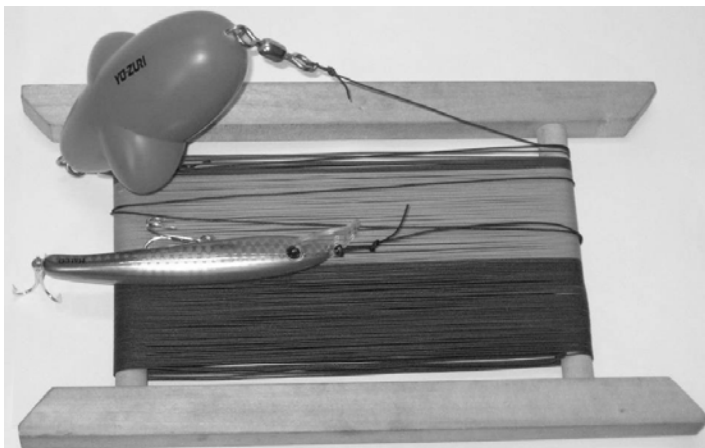


Рис. 1. Тролловая снасть с ГД заглубителем в сборе

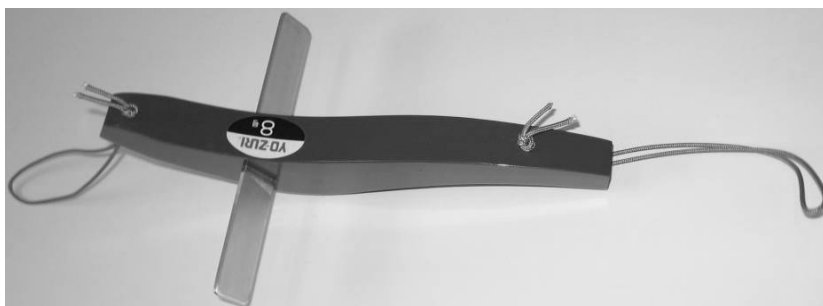


Рис. 2. ГД заглубитель типа «Рыбка»



Рис. 3. ГД заглубитель «Кораблик»

Облавливать видимые скопления необходимо таким образом, чтобы судно сначала прошло с внешней стороны косяка. Затем нужно повернуть вокруг косяка с тем расчетом, чтобы лески с приманкой прошли через косяк по линии, нарисованной пунктиром (рис. 4). В таких случаях рабочую длину лески надо увеличить, поскольку есть вероятность распугать рыбу лодкой.

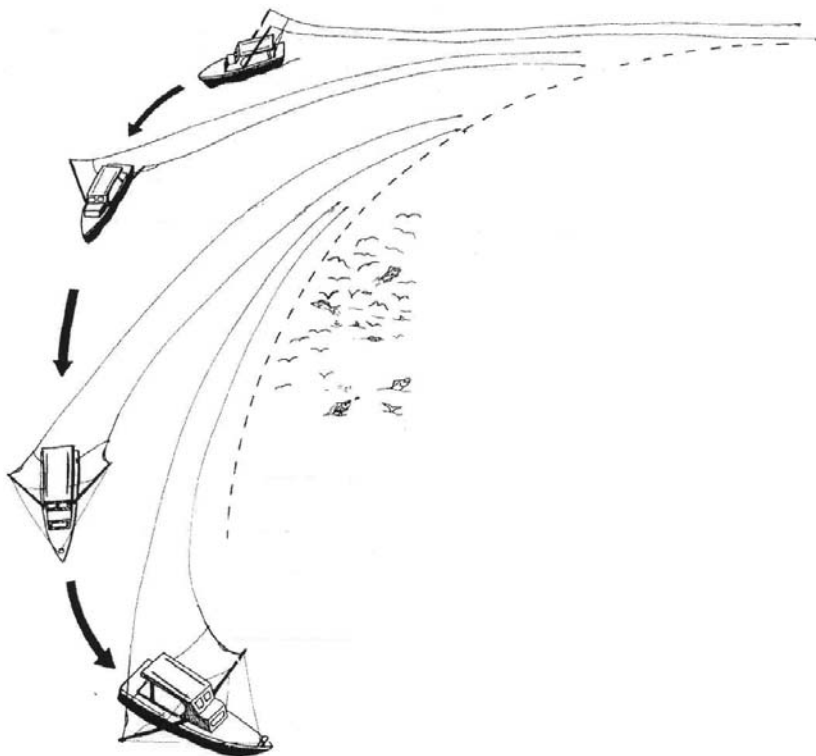


Рис. 4. Вариант проводки тролля на циркуляции

Наиболее простой способ лова на тролль можно осуществлять с небольшого прогулочного катера или моторной лодки. В зависимости от габаритов плавсредства в процессе лова могут участвовать два или три человека. Один из членов команды (наиболее опытный) осуществляет управление лодкой (двигателем). На оба борта прикрепляют упоры или специальные приспособления для установки удилица (спиннинга). Установка удилица должна позволять одному из ловцов быстро схватить его рукой и своевременно сделать подсечку или ослабить лесу при зацепе.

Распускают леску, опустив приманку непосредственно у лодки, с дальнейшим стравливанием лесы с катушки. Во время лова несколькими снастями нужно внимательно следить за направлением буксировки приманок и не допускать их захлеста, так как лесы могут перекрутиться, что существенно затруднит выборку снасти, особенно с попавшейся рыбой. Распускать лесу нужно постепенно. Стравливанием с катушки сразу большого количества лесы можно «посадить» приманку на дно и захватить крючками траву или какой-нибудь посторонний предмет. Обычно стравливают сначала 5-8 м лесы, затем 3-5 м и в конце 1,5-2 м. Чем глубже место лова, тем большее количество лесы можно стравить за один прием, особенно вначале.

Если ловят вдвоем, то при роспуске дорожки управляющий ускоряет движение лодки, а распускающий ставит удилище почти вертикально, чтобы быстрее отпустить приманку на требуемое расстояние, не зацепив за дно.

Расстояние, на которое отпускают приманку, зависит от глубины, на которой ее будут вести. Если приманку ведут в 5-6 м от поверхности воды, то можно распустать небольшое количество лесы. Если же приманка пойдет меньше чем в 2-3 м от поверхности, то необходимо стравливать не менее 40-50 м, так как на мелком месте волна и тень от лодки, а также шум двигателя настораживают рыбу, и она будет остерегаться схватывать приманку. При одной и той же глубине ведения приманки больше лесы надо стравливать в тихую погоду и меньше – в ветреную. Попутно следует отметить, что при ветре, хотя бы и легком, лов на тролл бывает успешнее, чем в полный штиль, так как волна маскирует лодку, шум двигателя и прочие, отпугивающие рыбу факторы.

Во время отпуска приманки может случиться, что она станет задевать за дно раньше, чем будет распущено желательное по условиям лова количество лесы. Тогда надо заменить грузило более легким или соответствующим образом настроить гидродинамическое (ГД) приспособление приманки или заглубителя (рис. 5).

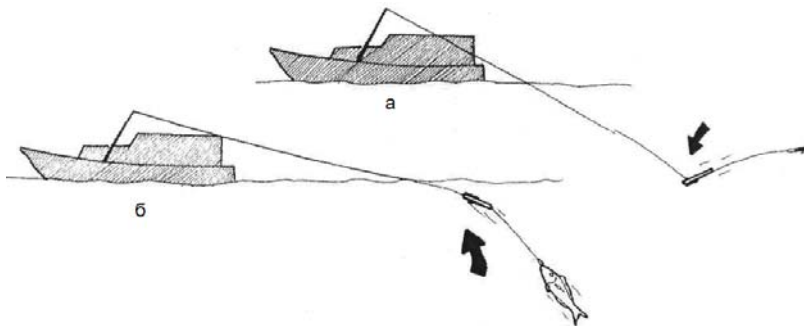


Рис. 5. Действие гидродинамического заглубителя: а – погружение доски во время буксировки; б – всплытие доски при поклевке

Распустив снасть, удилице устанавливают в определенном положении. Оно должно составлять с поверхностью воды угол не более 30° и быть направлено под углом $75-85^\circ$ вниз по движению к борту лодки. При более остром угле между удилицем и бортом трудно своевременно подать лесу при зацепе, и приманка приблизится к лодке; при угле больше прямого не будет достаточного замаха для хорошей подсечки, и удилице может сломаться при зацепе или резкой поклевке. Маленький угол между удилицем и поверхностью воды выгоден тем, что позволяет провести приманку дальше от борта лодки.

Обычно при тролловом лове лучший результат дает ведение приманки в непосредственной близости от дна. Большинство хищных рыб постоянно держатся у дна и лишь временно поднимаются на поверхность, преследуя добычу. Исключением могут быть лососи, которые в зависимости от вида во время миграций передвигаются на разных горизонтах: от поверхностных слоёв до нескольких десятков метров.

Лов поверху и на очень мелких местах редко дает удовлетворительные результаты, так как рыба распугивается проходящей мимо лодкой. Если всё же приходится ловить в верхних слоях воды, то практикуют зигзагообразное движение лодки, чтобы приманка хоть некоторую часть пути не проходила по ее следу или лов на циркуляции (см. рис. 4).

Если нужно добиться, чтобы приманка шла около дна, то лесу с катушки опускают до тех пор, пока при быстром стравливании 1,5-2 м лесы не будет ощущаться толчок грузила или приманки о дно. При неровном рельефе дна глубину ведения надо периодически проверять, изменяя соответственным образом величину отпуска. Надо иметь в виду, что при соприкосновении с дном за крючки может зацепиться трава, веточка, ракушка и прочее, и приманка перестанет правильно играть. Поэтому после каждого толчка о дно надо проверять игру приманки. Это можно определить либо по изменению натяжения лесы, либо (для некоторых приманок) по прекращению ритмичной вибрации лесы, создаваемой игрой приманки. Установив, что приманка играет ненормально, надо резко подергать удилицем. Бывает, что крючки при этом освобождаются, и приманка снова начинает играть хорошо. Если такой прием не поможет, то надо выбрать снасть и очистить крючки.

Скорость движения приманки при ловле троллом не удаётся варьировать в особо широких пределах. При этом надо учитывать неодинаковое отношение различных объектов лова к скорости движения приманки. Естественно, что при существенном изменении скорости проводки надо менять приманку, вес грузила или длину отпуска.

При поклёве рыбы один из рыболовов быстро вымётывает другие снасти, а второй, не торопясь, вываживает рыбу. Приемы вываживания обычные. Чтобы в случае необходимости иметь возможность маневрировать лодкой, лучше, если вымётывать пустые снасти будет управляющий.

Лов дорожкой донных рыб на больших глубинах имеет свои особенности. На глубине свыше 10 м освещённость существенно меняется, и ярко окрашенная цветная приманка становится плохо заметной.

Эти особенности определяют выбор приманки, снасти и метода лова. Приманка должна быть хорошо видной и особенно привлекательной, чтобы вызвать хватку не всегда активно настроенной рыбы. По тем же причинам желательна минимальная скорость ведения приманки. Размер грузила и система его крепления должны обеспечивать проводку у дна на большой и часто меняющейся глубине. А большая глубина позволяет вести приманку непосредственно по следу лодки и далеко не отпускать ее, что помогает лучше чувствовать дно.

Удилище применяется упругое, недлинное, типа жесткого одноручного спиннинга. Коротким удилищем удобнее маневрировать при тяжелом грузиле и ведении приманки вблизи лодки.

Грузила для глубоководного тролля применяют различные. В последнее время чаще других используют длинное слегка изогнутое грузило-«кочергу». Оно позволяет делать проводку по самому дну и препятствует закручиванию поводка с приманкой. На быстром течении лучше применять грушевидное грузило, создающее меньшее сопротивление движению. Вес грузила подбирается в зависимости от силы течения, толщины леса и метода лова; он может колебаться от 100 до 300 г. Если вес определен правильно, то леса в установившемся режиме проводки должна составлять с поверхностью воды угол, равный 30-40°.

При облове достаточно крупных лососей поводок ставят из проволоки или монопнители диаметром 0,6-0,8 мм. Длину поводка рассчитывают в зависимости от условий и приема лова. Если грузило ведут у дна, то желателен поводок длиной до 1,5 м. При использовании ярусной снасти длина поводков должна учитываться при выборе расстояния их крепления на хребтине. Это расстояние должно быть больше суммы длины двух соседних поводков.

Лучшей приманкой является мертвая рыбка на снасточке. Она привлекает хищника независимо от игры и может быть схвачена им при любой скорости ведения. Искусственную приманку хищник охотно берет только при её игре, напоминающей по зрительным восприятиям и водным колебаниям живую рыбку. Добиться же такой игры при медленной проводке на короткой лесе очень трудно. Лучшими искусственными приманками для глубоководного лова считают воблеры с гидродинамической пластинкой, ярко окрашенные и издающие характерные звуки при игре. Из блесен могут быть использованы любые крупные и интенсивно играющие приманки из блестящего металла. Кроме того, при тролловом лове успешно используются октопусы и другие твистеры, а также специально сконструированные особые блесны из легких металлов.

Предлагаемый вариант оснастки тролля (рис. 6) – буксируемый вертикальный ярус – имеет несколько преимуществ при облове лососей. Одно из них связано с тем, что в одно и то же время по пути нерестовых миграций в прибрежных районах Камчатки могут находиться несколько видов лососей, например, чавыча, нерка и кета. Как известно, эти виды могут передвигаться на разных горизонтах, и облавливать их необходимо именно на тех глубинах, которые в зависимости от физиологического состояния вида являются наиболее предпочтительными (рис. 7).

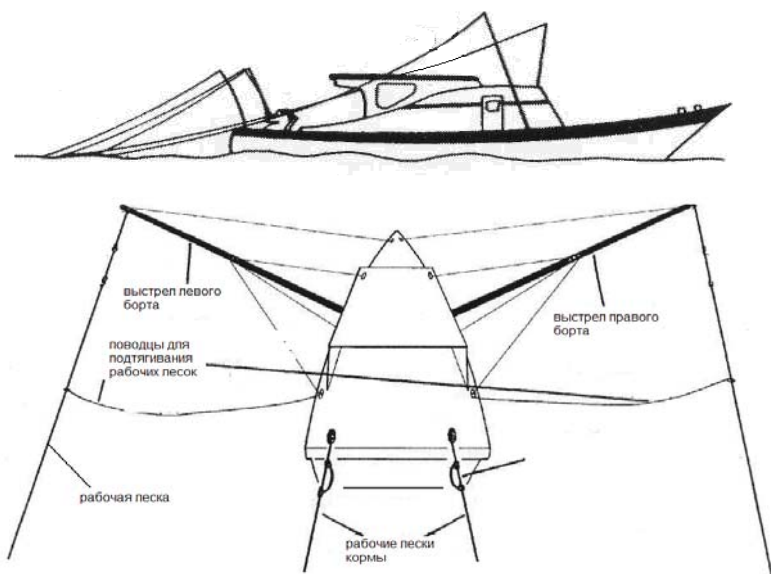


Рис. 6. Классический вариант оснастки судна выстрелами для тролля и буксировки ярусов с кормы

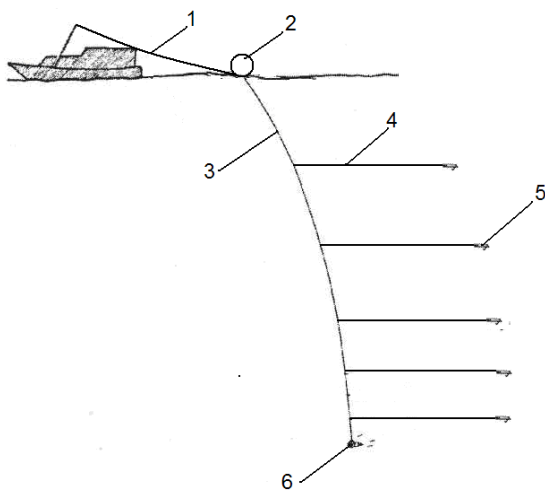


Рис. 7. Схема буксируемого вертикального яруса: 1 – рабочая леска; 2 – буй; 3 – хребтина яруса; 4 – поводец приманки; 5 – приманка (твистер, блесна); 6 – груз-углубитель

Другое преимущество связано с возможностью одновременно предлагать объектам лова различные варианты искусственной приманки или естественной наживки, в качестве которой рекомендуется использовать мелкую рыбу (корюшку или мойву).

Библиографический список

1. *Богданов В.Д., Карпенко В.И., Норинов Е.Г.* Водные биологические ресурсы Камчатки: Биология, способы добычи, переработка. Петропавловск-Камчатский, 2005. 264 с.

2. *Норинов Е.Г.* Рациональное рыболовство: моногр. Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2006.

УДК 639.2.081.16

**Е.А. Могилин, Е.Г. Норинов, КамчатГТУ,
Петропавловск-Камчатский**

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОЗДУХОНАПОРНЫХ ОБОЛОЧЕК В КАЧЕСТВЕ ОСНАСТКИ СТАВНЫХ НЕВОДОВ

Обеспечение надёжности ставных неводов – одна из задач совершенствования технических средств прибрежного рыболовства. Альтернативой обеспечения штормоустойчивости представлена управляемая воздухонапорная система в двух конструктивных вариантах. Результаты экспериментальных исследований подтверждают работоспособность такой системы в качестве оснастки невода.

Как бы ни были успешными результаты ставного неводного промысла в прибрежных водах Камчатки, технические средства и методы лова должны постоянно совершенствоваться, тем более что проблемы, связанные с обеспечением надежности неводов, дают о себе знать практически ежегодно.

Выделяют четыре основных способа достижения достаточной надежности ставных неводов [1]:

- изготовление конструкций с большим запасом прочности;
- полное или частичное снятие невода непосредственно перед наступлением штормов;
- вывод ловушки невода из-под воздействия поверхностного течения и волнового давления путем ее установки на дне;
- применение самозатопляющихся неводов.

Вместе с тем, все четыре способа обеспечения штормоустойчивости неводов имеют свои существенные недостатки. Например, для использования самопогружающихся неводов требовался весьма точный расчет его оснастки плавучестью и загрузкой для каждого конкретного

района промысла с учетом особенностей гидрологического режима. Очевидно поэтому после широкого внедрения в начале 50-х гг. прошлого столетия штормоустойчивые невода на основе самогружения уже в конце 50-х и начале 60-х гг. не использовались в рыболовстве Камчатки [1].

При анализе аварии ставных неводов, следует обратить внимание на то, что они складываются из многих причин, зависящих от специалистов, проектирующих, изготавливающих и эксплуатирующих ставные невода. Из всего многообразия причин, вызывающих аварии, В.С. Калининский, кроме естественных (шторм), выделял основные восемь [2]:

- неточность расчета прочности неводных установок;
- большая избыточная плавучесть;
- большая загрузка нижних подбор невода при избыточной плавучести;
- неправильный подбор ассортимента материалов;
- большая длина якорных оттяжек;
- крепление по якорным оттяжкам наплавов-амортизаторов;
- плохая обработка сетематериалов химикатами;
- установка ставных неводов на критических глубинах.

Несмотря на то, что большинство рекомендаций В.С. Калининского [2] сохраняют свою актуальность до настоящего времени, поиск альтернативных вариантов обеспечения надёжности ставных неводов продолжается.

Один из таких вариантов был предложен коллективом кафедры промышленного рыболовства Дальрыбвтуза [3]. Он заключается в применении пневмооснастки. Развивая эту идею, сотрудники кафедры рыболовства и аквакультуры КамчатГТУ при участии М.Н. Коваленко подготовили и провели ряд экспериментов с действующей моделью каравки, оснащённой воздушнонапорной оболочечной системой (рис. 1).

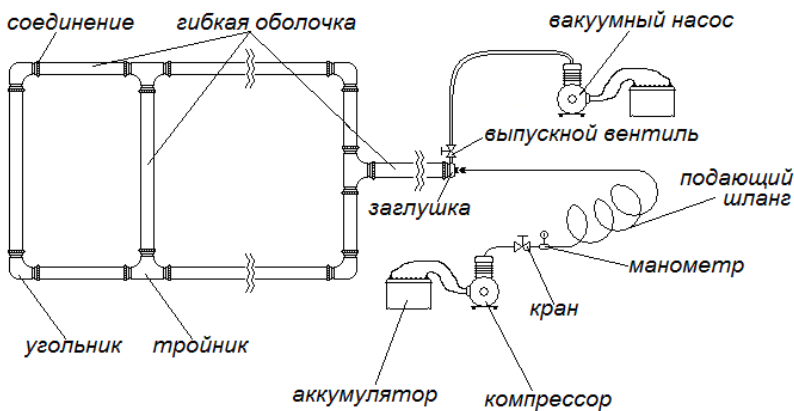


Рис. 1. Схема пневмооснастки ставной ловушки (каравки)

По геометрическим признакам к разряду оболочек помимо крупных промышленных изделий могут быть отнесены и многие объекты, изготовленные из эластичных материалов, тканей или сетей, применяемых в рыболовстве [4]. Подавляющее большинство оболочечных инженерных конструкций тонкостенные, у которых отношение толщины к радиусу кривизны составляет 1:20 и меньше.

Среди бесконечного многообразия геометрических форм особо выделяют оболочки вращения, в первую очередь цилиндрические, которые вследствие ряда неоспоримых преимуществ наиболее часто используются в конструктивных решениях.

Обладая заданными свойствами по отношению к водной среде, воздухонапорные оболочки имеют широкую перспективу использования в рыболовстве и аквакультуре как средства статической оснастки – управляемой плавучести.

Высокая удельная прочность мягких оболочек позволяет эффективно решать проблему материалоемкости. При этом должны использоваться комбинированные материалы, сочетающие прочность тканей и воздухонепроницаемость пленок. Внутреннее давление в таких оболочках порождает необходимую жесткость конструкции.

Важные преимущества пневматических оболочек связаны и с их мобильностью. Воздухонапорные элементы доставляются на место установки полностью укомплектованными. Монтажные работы объекта занимают несколько часов. Все это способствует многократности их использования.

Эксперименты с действующей моделью каравки, оснащённой управляемой плавучестью, проводили на озере Большой Вилюй и в прибрежной зоне Авачинской губы.

Основные элементы и узлы пневмосистемы показаны на рис. 1.

Пневмоснастка ловушки представляет собой замкнутый воздушный контур, в который через золотник подается воздух (рис. 2). Гибкая оболочка воздушного контура изготовлена из прорезиненного материала (в нашем случае использован пожарный рукав). В местах изгибов и разветвлений отрезки рукава соединяются тройниками и угольниками из водопроводного пластика, в береговой части крыла установлена заглушка, в которую ввернут золотник. В месте соединения – рукав-тройник (уголок) – устанавливается уплотнительное кольцо из резины, затем соединение стягивается хомутом, что обеспечивает хорошую герметичность и позволяет доводить давление в системе до 1,5-2 атм.

Все элементы пневмосистемы подключаются и соединяются между собой на берегу, непосредственно на участке установки ловушки. С помощью плавсредства сетная часть с оснасткой закрепляется на заданном расстоянии от берега. Управляющая часть системы остаётся на берегу и соединяется с воздухонапорными контурами с помощью гибких шлангов, но при необходимости может размещаться и на плавсредстве.

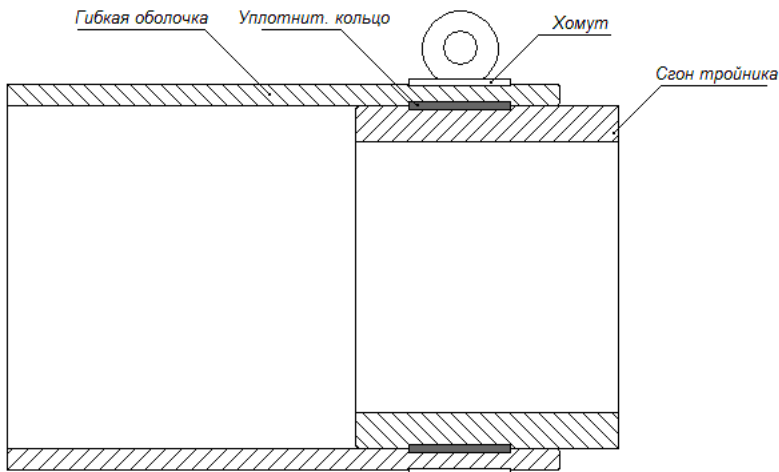


Рис. 2. Способ соединения элементов конструкции

Подача воздуха в воздухонапорные контуры крыла и ловушки осуществляется от компрессора или из воздушных баллонов со сжатым воздухом.

При нагнетании воздуха в первую очередь осуществляется подъем крыла, затем, по мере поступления воздуха в магистраль ловушки, начинается подъем ловушки. При достижении $P = 1$ атм пневмосистема полностью расправляется, и происходят окончательное всплытие и установка ловушки, после этого отключается подача воздуха. Время подъема крыла при использовании малопроизводительного автомобильного компрессора составило 10 мин, ловушки – 15 мин.

Во время затопления ловушки включается вакуумный насос, откачивающий весь воздух из воздухонапорных контуров. Под действием загрузки и силы тяжести ловушка начинает погружаться. В первую очередь погружается основная часть ловушки, затем крыло. Время погружения крыла и ловушки аналогично времени их подъема при заполнении оснастки сжатым воздухом от компрессора.

Как показали испытания, поднимать давление выше 1 атм нецелесообразно, поскольку, пневмосистема в этом случае уже обладает большой плавучестью и хорошо удерживает ловушку в расправленном состоянии, обеспечивая ее работу. Дальнейшее повышение давления может привести к разрушению соединений и потере работоспособности системы. Заполнение системы воздухом и доведение давления до 1 атм, как уже отмечалось, происходит примерно в течение 10 мин и зависит от производительности компрессора.

Крепление пневмооснастки производится к верхней подбуре, которая должна иметь значительную загрузку. Это необходимо для того, чтобы

обеспечить погружение пневмосистемы с одновременным откачиванием воздуха из воздушного контура. Для контроля за давлением в системе используется манометр, что позволяет избежать нежелательного повышения давления и разрушения пневмосистемы в местах соединений.

В случае применения жесткой оболочечной системы, с вытеснением воды сжатым воздухом, конструкция пневмооснастки выглядит следующим образом.

Верхняя подбора невода оснащается жесткими цилиндрическими секциями. При работе они заполняются сжатым воздухом и тем самым приобретают положительную плавучесть. В момент погружения сжатый воздух вытесняется из системы водой, и конструкция под собственным весом погружается на дно.

Конструкция жесткой оболочки выполняется из металла, поскольку должна обладать большей плотностью по сравнению с водой. Но это одновременно является ее недостатком, так как металл подвержен коррозии, и срок службы конструкции может значительно уменьшиться. Поэтому рациональнее всего использовать гибкие оболочки из полимерных материалов, что обеспечит их долговечность, а конструкция получится более легкой.

Невод оснащается секциями (рис. 3), которые соединяются между собой при помощи цепей и разъемных скоб, а также шлангов. Напорный шланг проходит по верхней части секции. Для подачи воздуха в секцию, в нее вворачиваются два тройника. Шланги на секциях соединяются короткими отрезками с резьбовыми сгонами. Во избежание разрыва шлангов длина этих отрезков должна быть больше длины цепей, поскольку вся нагрузка при растяжении приходится именно на цепи. Крепление к подборе осуществляется карабинами, которые зацепляются за петли, приваренные к секциям снизу.

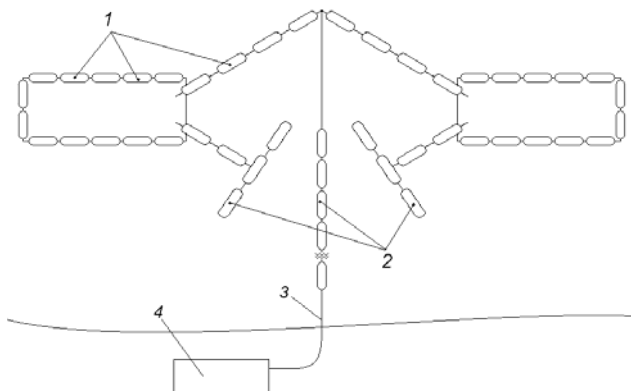


Рис. 3. Схема оснащения ставного невода секциями погружения-всплытия:
1 – секции садка и двора; 2 – секции крыла и открылков; 3 – подающий шланг;
4 – блок управления (компрессор, воздушные баллоны, вентили и манометры)

Гибкая пневмосистема невода должна состоять из секций (рис. 4), которые работают независимо друг от друга. Для контроля за секциями и их управлением необходимо установить индивидуальные краны и манометры, а также датчики аварийной сигнализации. Все системы необходимо свести в единый комплекс для облегчения управления и контроля.

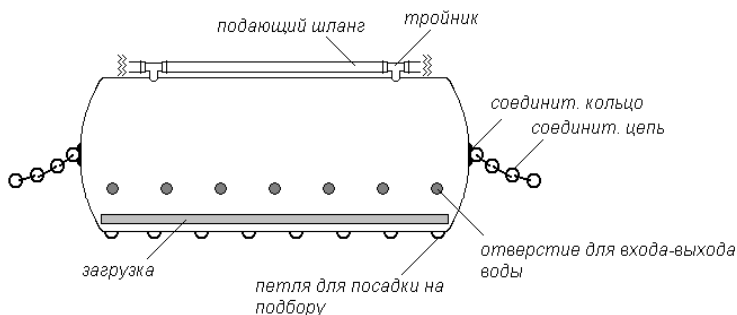


Рис. 4. Секция для оснастки верхней подборы невода

Эксперименты с действующими моделями невода, оснащёнными пневмосистемой, в натуральных условиях показали работоспособность предложенных технических вариантов, управляемость режимов погружения и всплытия всей конструкции и её отдельных частей (при необходимости), а также указали пути улучшения моделей оснастки, управляющего блока и совершенствования всей системы в целом.

В заключение следует добавить, что предлагаемые системы могут эффективно использоваться для оснастки морских садков с режимом подтопления, на гребешковых и водорослевых плантациях и для других целей в марикультурных хозяйствах, где требуется управляемая плавучесть морских сооружений.

Библиографический список

1. Коваленко М.Н., Адамов А.А. Состояние техники и организации ставного неводного лова лососей на Камчатке. Исследование водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана: сб. науч. тр. КамчатНИРО. Вып. 9. Петропавловск-Камчатский, 2007. С. 246-257.
2. Калиновский В.С. Штормоустойчивые ставные невода. Постройка, установка, эксплуатация. Владивосток: Приморск. книжн. изд-во, 1955. 95 с.
3. Ставной невод: пат. 2138161 Рос. Федерация / А.Е. Тимошок, Ю.А. Кузнецов, В.В. Ткаченко. 1999. Бюл. № 39. С. 142.
4. Норинев Е.Г. Основы системного проектирования: учеб. пособие. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2002. 133 с.

Г.С. Павлов, Д.С. Андреева, Дальрыбвтуз, Владивосток

ЗАКОНОДАТЕЛЬНАЯ БАЗА РЫБОЛОВСТВА

Отражены нормативно-правовые основы действующего законодательства Российской Федерации, регулирующие основные вопросы рыбной отрасли.

Основополагающим нормативным правовым актом, регулирующим отношения в области рыболовства и охраны водных биоресурсов, в настоящее время является Федеральный Закон от 20 декабря 2004 г. № 166-ФЗ «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов». Закон направлен на формирование единых принципов изучения состояния водных биоресурсов, ведения промысла рыбы и других морепродуктов, их охраны и воспроизводства в различных водных объектах. В изменившихся социально-экономических условиях жизни страны, с учетом новых тенденций и норм международного морского права он призван восполнить имеющийся правовой пробел в таких важных с экономической, экологической и международно-правовой точек зрения направлениях хозяйственной деятельности, какими являются рыболовство и охрана водных биоресурсов. За счет принятия Закона о рыболовстве, Концепции развития рыбного хозяйства до 2020 г., Постановления Правительства РФ № 704-2003 года по квотам, изменении в Налоговом кодексе РФ рыбооловецкие предприятия ощутили реальную поддержку государства и увидели перспективу своей работы. Закрепление за рыбаками на 10 лет квот по добыче, на 20 лет участков лова, снижение процентных ставок за право пользования ВБР, переход на единый сельхозналог позволили труженикам отрасли за последние пять лет существенно прибавить в работе.

К иным нормативным правовым актам, регулирующим порядок добычи рыбы и других водных животных, а также промысловых растений, следует отнести:

Федеральный Закон от 24 апреля 1995 г. № 52-ФЗ «О животном мире». Применительно к водным биологическим ресурсам положения федерального закона о животном мире являются общими;

Федеральный Закон от 17 декабря 1998 г. № 191-ФЗ «Об исключительной экономической зоне Российской Федерации», который закрепляет особенности рационального использования и сохранения трансзональных и трансграничных видов рыб, определяет принципы рационального использования и сохранения анадромных, катадромных, далеко мигрирующих видов рыб и морских млекопитающих и др.;

Федеральный Закон от 31 июля 1998 г. № 155-ФЗ «О внутренних морских водах, территориальном море и прилегающей зоне Российской

Федерации», гл. 5 которого посвящена вопросам защиты и сохранения морской среды и природных ресурсов внутренних морских вод и территориального моря;

Федеральный Закон от 30 ноября 1995 г. № 187-ФЗ «О континентальном шельфе Российской Федерации», гл. 3 которого посвящена изучению и использованию живых ресурсов.

В настоящее время, в новых редакциях этих морских законов конкретизированы объекты экологической экспертизы. Повышаются экологические требования к осуществляемой деятельности. Статьи законов «О континентальном шельфе Российской Федерации», «О внутренних морских водах, территориальном море и прилегающей зоне Российской Федерации» и «Об исключительной экономической зоне Российской Федерации» приведены в соответствии с законодательством о недрах и о градостроительной деятельности. Положения данных федеральных законов также гармонизированы с Водным кодексом, федеральными законами «Об охране окружающей среды», «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов», «О недрах» и Конвенцией ООН по морскому праву 1982 г.

Законопроект дает правовое регулирование особенностям осуществления рыболовства на континентальном шельфе и в исключительной экономической зоне, а также проведения морских ресурсных исследований.

Законодательство о водных биоресурсах состоит также и из законов субъектов РФ. Однако следует заметить, что, несмотря на это, во всех других статьях, связанных с формированием механизмов по реализации положений основополагающего закона о рыболовстве, ведущая роль отводится нормативным правовым актам федеральных органов исполнительной власти. Даже в положениях о прибрежном рыболовстве, касающихся выделения пользователям квот, а также наделения пользователей рыболовными участками, квотами на вылов для коренных малочисленных народов и другим направлениям в субъектах РФ.

Согласно ст. 90 Конституции РФ, Президент РФ издает указы и распоряжения. Эти акты обязательны для исполнения на всей территории страны. Акты Президента РФ не должны противоречить Конституции РФ и федеральным законам. Указ Президента РФ может быть принят по любому вопросу, который входит в его компетенцию. Исключением являются случаи, когда в законодательстве прямо указано, что соответствующий вопрос должен быть решен федеральным законом. Примером указа Президента, регулирующего отношения в области рыболовства и сохранения водных биоресурсов, может служить Указ Президента РФ от 29 августа 1997 г. № 950 «О мерах по обеспечению охраны морских биологических ресурсов и государственного контроля в этой сфере», где возложены на Пограничную службу Российской Федерации задачи по обеспечению охраны биологических ресурсов территориального моря, исключительной экономической зоны и континен-

тального шельфа Российской Федерации, а также осуществление государственного контроля в этой сфере.

Правовые акты, принимаемые Правительством РФ, также призваны регулировать отношения в области рыболовства и сохранения водных биоресурсов, в пределах полномочий, определенных основополагающим Федеральным законом, другими федеральными законами, а также указами Президента РФ. Они относятся к категории подзаконных нормативных правовых актов, т.е. актов исполнительных органов государственной власти, изданных в пределах их компетенции, в соответствии с Федеральными законами, указами Президента РФ либо на их основе и во исполнение их. Федеральный конституционный закон от 17 декабря 1997 г. № 2-ФКЗ «О Правительстве Российской Федерации» предусматривает, что Правительство РФ на основании и во исполнение Конституции РФ, федеральных конституционных законов, федеральных законов, указов Президента РФ издает постановления и распоряжения, обеспечивает их исполнение. Акты, имеющие нормативный характер, издаются в форме постановлений Правительства РФ. Например, Постановление Правительства РФ от 20 мая 2005 г. № 316 «Об организации промысла тихоокеанских лососей», Постановление Правительства РФ от 11 июня 2008 г. № 444 «О Федеральном агентстве по рыболовству», постановление Правительства РФ от 25 августа 2008 г. № 643 «О подготовке и заключении договора пользования водными биологическими ресурсами, которые отнесены к объектам рыболовства и общий допустимый улов которых не устанавливается» и др.

Федеральные органы исполнительной власти также наделены правом издания нормативных правовых актов, регулирующих отношения в области рыболовства и сохранения водных биоресурсов, в случаях и в пределах, которые предусмотрены федеральными законами, указами Президента РФ и постановлениями Правительства РФ. Так, например, Приказом Федерального агентства по рыболовству от 27 октября 2008 г. № 272 утверждены «Правила рыболовства для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна», которые постоянно претерпевают дополнения и изменения, необходимые для эффективного осуществления рыболовной деятельности, а также отсутствия терминологических противоречий с существующей законодательной базой.

В законы, положения, правовые акты, принимаемые Правительством РФ и региональными органами власти, в соответствии с установленными процедурами вносятся поправки в ответ на проблемы локального и глобального масштабов, возникающие в процессе эксплуатации водных биоресурсов Мирового океана.

Библиографический список

1. Режим доступа: <http://fishcom.ru/> Федеральное агентство по рыболовству.
2. <http://government.ru/> Правительство Российской Федерации.

Д.Б. Прокопьева, Н.Н. Панина, Дальрыбвтуз, Владивосток

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ РАБОЧЕЕ МЕСТО ИНЖЕНЕРА-ПРОМЫСЛОВИКА

Автоматизированное рабочее место (АРМ) – программно-технический комплекс, предназначенный для автоматизации деятельности определенного вида, состав которого определяется в зависимости от его функционального назначения, а также комплекса и объема решаемых задач. В статье рассматриваются несколько типов АРМ и требования, которые предъявляют к ним пользователи. В настоящее время для интенсификации умственного и управленческого труда специалистов различных профессий разрабатываются и получают широкое распространение АРМ, которые функционируют на базе ПЭВМ. В связи с ростом использования и применением компьютерных технологий в промышленном рыболовстве существует задача развития и применения АРМ инженерами-промысловиками.

1. Понятие автоматизированного рабочего места

В последние годы возникает концепция распределенных систем управления народным хозяйством, где предусматривается локальная обработка информации. Для реализации идеи распределенного управления необходимо создание для каждого уровня управления и каждой предметной области автоматизированных рабочих мест (АРМ) на базе профессиональных персональных ЭВМ.

Автоматизированное рабочее место – программно-технический комплекс, предназначенный для автоматизации деятельности определенного вида. АРМ представляет собой аппаратно-программный, проблемно-ориентированный комплекс, состав которого определяется в зависимости от его функционального значения, а также состава и объема решаемых задач.

Анализируя сущность АРМ, специалисты определяют их чаще всего как профессионально-ориентированные малые вычислительные системы, расположенные непосредственно на рабочих местах специалистов и предназначенные для автоматизации их работ.

АРМ должно отвечать следующим требованиям:

1. Своевременное удовлетворение информационной и вычислительной потребности специалиста.
2. Минимальное время ответа на запросы пользователя.
3. Адаптация к уровню подготовки пользователя и его профессиональным запросам.
4. Простота освоения приемов работы на АРМ и легкость общения, надежность и простота обслуживания.
5. Терпимость по отношению к пользователю.

6. Возможность быстрого обучения пользователя.

7. Возможность работы в составе вычислительной сети.

Эффективность АРМ следует рассматривать как интегральный показатель уровня реализации приведенных выше принципов, отнесенного к затратам по созданию и эксплуатации системы. Функционирование АРМ может дать численный эффект только при условии правильного распределения функций и нагрузки между человеком и машинными средствами обработки информации, ядром которых является ЭВМ. Лишь тогда АРМ станет средством повышения не только производительности труда и эффективности управления, но и социальной комфортности специалистов.

Типы АРМ

Существующие типы АРМ можно подразделить на универсальные и специализированные, открытые и закрытые.

Универсальные АРМ – системы, имеющие в своей основе универсальные средства двух-, трехмерной машинной графики, в которых адаптация к конкретным областям применения осуществляется путем включения в них пакетов прикладных программ (ППП), состав и содержание которых определяются объектом проектирования.

Специализированные АРМ – системы, в которых машинная графика, информационное обеспечение, а иногда и технические средства жестко связаны с объектом проектирования и отражают специфику проектируемого объекта.

Открытые АРМ – системы, допускающие участие пользователя в развитии технических и программных средств. Пользователь самостоятельно может включать в систему новые программы и новые устройства в течение всего срока эксплуатации системы.

Закрытые АРМ – системы, которые либо вообще не допускают своего развития пользователем, либо это связано с серьезными трудностями. [3].

Техническая база АРМ

Автоматизированное рабочее место предназначено для автоматизации операций по подготовке, преобразованию и редактированию текстовой и графической информации, а также операций взаимодействия пользователя с системой в процессе проектирования [3]. Поэтому бытовало мнение до 70-х гг. прошлого столетия, что для решения задач проектирования необходимо использовать большие ЭВМ. Но с появлением персональных ЭВМ увеличились возможности решения сложных задач системы автоматизированного проектирования (САПР) в условиях ограниченных вычислительных ресурсов и использования средств машинной графики для визуализации и редактирования изображения проектируемых объектов.

Низкая стоимость, надежность, простота обслуживания и эксплуатации расширяют сферу применения ПЭВМ, прежде всего, за счет тех областей человеческой деятельности, в которых раньше вычислительная техника не использовалась из-за высокой стоимости, сложностям

обслуживания и взаимодействия. К таким областям относится и так называемая учрежденческая деятельность, где применение ПЭВМ позволило реально повысить производительность труда специалистов, связанных с обработкой информации. Этот аспект особенно актуален в связи с тем, что производительность управленческого труда до сих пор росла крайне низкими темпами. Так, за последние 30 лет она повысилась в 2-3 раза, в то же время в промышленности – в 14-15 раз. В настоящее время для интенсификации умственного и управленческого труда специалистов различных профессий разрабатываются и получают широкое распространение АРМ, которые функционируют на базе ПЭВМ.

Основным устройством ПЭВМ является микропроцессор, который обеспечивает выполнение различных операций, содержащихся в программе. В настоящее время наибольшее распространение получили 32-разрядные микропроцессоры, но уже очевидно, что скоро на смену им придут 64-разрядные микропроцессоры. Разрядность означает длину рабочего слова в двоичном коде. Микропроцессоры также различаются по тактовой частоте, с которой они работают. Чем больше тактовая частота и разрядность, тем выше производительность процессора. Выполнение нескольких десятков миллионов операций в секунду является обычным делом для ПЭВМ.

Производительность ПЭВМ зависит также и от количества памяти, с которой она работает. Память бывает основная и внешняя. Основная память состоит из двух компонентов: постоянного запоминающего устройства (ROM или ПЗУ) и оперативного запоминающего устройства (RAM или ОЗУ). В ОЗУ хранится динамическая информация программы и обрабатываемые данные. При выключении питания содержимое ОЗУ теряется. ПЗУ, как правило, гораздо меньше ОЗУ, информация в нем хранится постоянно, и ее изменение либо вообще невозможно, либо возможно только при помощи специальных устройств (программаторов ПЗУ). Емкость памяти 8-разрядных ЭВМ как правило 64 Кб-640 Кб, 16-разрядных – 1 Мб, 32-разрядных – 4 Мб и более.

Внешние запоминающие устройства (ВЗУ) также бывают разных типов. Ленточные накопители служат для хранения информации на магнитной ленте. В настоящее время могут хранить до нескольких гигабайт (1 Гб = 1024 Мб) информации. Несмотря на то, что эти устройства появились довольно давно, они до сих пор широко распространены, главным образом из-за большого объема вмещающихся данных, и используются в основном для резервного копирования и длительного хранения информации. Дисковые накопители в настоящее время наиболее широко распространены. Их можно разделить на несколько групп:

1. Накопители на гибких дисках (флоппи-дисках). Несмотря на сравнительно низкую емкость дискет (от 1 до 3 Мб) в настоящее время очень широко распространены главным образом из-за низкой стоимости.

2. Накопители на жестких дисках (винчестеры). Распространены так же широко, как и накопители на гибких дисках, но имеют большую скорость передачи данных, большую емкость и надежность хранения

информации. Стоимость винчестеров постоянно падает, а скорость, надежность и емкость (жестким диском объемом 1-2 Гб сейчас уже никого не удивит) возрастают. Все это делает их незаменимым атрибутом любой современной ПЭВМ.

3. Все большее распространение в настоящее время получают накопители на лазерных дисках (CD-ROM). Несмотря на ряд недостатков CD-ROM (небольшая скорость передачи данных и невозможность перезаписи), они занимают все более существенную роль как средство хранения информации благодаря тому, что могут хранить большой объем информации (порядка 500 Мб), обеспечивают высочайшую надежность и при этом их себестоимость немногим выше стоимости гибких дисков. Скорее всего, через несколько лет лазерные диски станут обычным делом для любой ПЭВМ.

4. Существует также целый ряд других ВЗУ, по разным причинам не получивших в настоящее время широкого распространения (магнитооптические диски, диски Бернулли, WORM-диски и др.). Некоторые виды накопителей (перфоленты, перфокарты, магнитные барабаны и пр.) сильно устарели и в современных ПЭВМ вообще не используются.

2. Автоматизированное рабочее место инженера-промысловика

В связи с развитием и применением компьютерных технологий в промышленном рыболовстве существует задача развития и применения автоматизированных рабочих мест (АРМ) инженерами-промысловиками. Таким образом, автоматизированное рабочее место представляет собой совокупность математического (МО), программного (ПО), информационного (ИО), аппаратного (АО) и методического (МеО) обеспечений, предназначенных для автоматизации решения задач инженером на его рабочем месте [2].

Главными компонентами АРМ инженера являются математическое, программное и информационное обеспечение инженера.

При разработке АРМ инженера сначала выявляют задачи, которые решает специалист, как на берегу, так и в море, и разрабатывают дерево задач. Выявление задач, решаемых специалистом, их структуризация (построение дерева задач) является первой и основной частью работы при разработке АРМ. После чего выявляют характеристики каждой задачи и осуществляют их структуризацию (разрабатывают дерево характеристик). Множество характеристик задачи разбивают на два подмножества: исходные характеристики (ИХ) и расчетные характеристики (РХ). В свою очередь, множество исходных характеристик разбивают на три подмножества: заданные характеристики (ЗХ), нормативные характеристики (НХ) и варьируемые характеристики (ВХ) [2].

Заданные – это характеристики, однозначно определяемые из технического задания.

Нормативные – это характеристики, которые определяются ГОСТами, ОСТАми, Правилами рыболовства, Правилами Морского Регистра РФ и другими нормативными документами.

Варьируемые – это характеристики, которые можно варьировать и которыми исследователь задается, исходя из своего опыта и интуиции.

Множество расчетных характеристик разбивают на три подмножества: характеристики, которые желательно уменьшить, - это масса орудия лова, его сопротивление. Характеристики, которые желательно увеличить, – это уловистость орудия лова, раскрытие устья орудия лова, привлекательность приманки, дистанция реагирования рыб на приманку. Нейтральные характеристики [2].

После структуризации характеристик следует постановка задачи, т.е. разработка математической модели (ММ) и выявление граничных (краевых условий). Затем разрабатывают прикладную программу для решения задачи на персональном компьютере (ПК). Поэтому необходимы знания хотя бы одного из языков программирования высокого уровня: Basic, Pascal, Java, Delphi.

Возможности Delphi полностью отвечают требованиям специалистов, которых интересует скорость и качество создания программ. А эти характеристики может обеспечить среда визуального проектирования, которая способна готовить приложения, базы данных. Система Delphi позволяет писать как крохотные программы для персонального использования, так и корпоративные системы, работающие с базами данных на разных платформах. Таким образом, каждому инженеру-промысловому необходимы знания языков программирования для оперативного решения производственных задач [1].

Базы данных и базы знаний необходимо структурировать. С точки зрения автоматизированной обработки информация может находиться в двух формах: пассивной и активной. Носителями пассивной информации являются книги, статьи, отчеты.

Активная информация – это формализованная, структурированная, хранящаяся на машинных носителях информация в виде профессиональных банков данных и знаний. Активная информация превращает компьютер в активного партнера инженера, выполняющего не только расчетную, поисковую и оформительскую работы, но и помогающего ему принимать решения.

Компьютеризация инженерной деятельности должна быть направлена на решение задачи перевода пассивной информации в активную и использование ее в профессиональной деятельности.

Библиографический список

1. *Бобровский С.И.* Б72 Delphi 7. Учебный курс. СПб.: Питер, 2008. 36 с.
2. *Габрюк В.И., Кулагин В.Д.* Механика орудий рыболовства и АРМ промысловика. М.: Колос, 2000. 416 с.
3. *Нестеров Ю.Г., Папшев И.С.* Разработка САПР / под ред. А.В. Петрова: В 10 кн. Кн. 6. Выбор состава программно-технического комплекса САПР: практ. пос. М.: Высш. шк., 1990. 159 с.

**О.Н. Шаповалова, К.М. Малых, Е.Г. Норинов,
КамчатГТУ, Петропавловск-Камчатский**

ЗАВИСИМОСТЬ МАКСИМАЛЬНОГО ОБХВАТА ТЕЛА ТИХООКЕАНСКИХ ЛОСОСЕЙ ОТ ИХ ДЛИНЫ

Несоответствие размеров ячеи орудий лова их оптимальным значениям приводит не только к ухудшению селективных свойств, но и увеличению материалоемкости конструкции, а также чрезмерному их сопротивлению в динамике. Знание соотношений биометрических характеристик объектов лова позволяет шире использовать результаты регулярных стандартных промеров рыб для различных целей, в том числе для обоснования размеров ячеи орудий лова. Получены зависимости максимального обхвата тела кеты, кижуча и нерки от их длины.

Одним из признаков низкой культуры прибрежного рыболовства Камчатки, на наш взгляд, является несоответствие конструкций лососёвых неводов условиям промысла. В первую очередь это касается ассортимента сетного полотна, применяемого как в ставных, так и закидных неводах. Поскольку его характеристики не регламентируются Правилами рыболовства, рыбаки, якобы полагаясь на опыт, предельно занижают размер ячеи вплоть до 60, а то и 40 мм для исключения объедайки мелких гольцов, относящихся к низкосортной сорной рыбе. Это приводит к чрезмерному утяжелению неводов, значительному сопротивлению их сетной составляющей в динамике, например, при выборке закидного невода, а также на течении и во время штормов. В оправдание часто можно слышать ссылку на то, что в более крупной ячее рыба застревает, засоряя сетное полотно. Однако это может происходить только при использовании ромбической посадки. Квадратная форма ячеи исключает объедаивание рыбы при любых её размерах, при этом обеспечивая ещё целый ряд преимуществ, включая и эксплуатационные.

Задачей настоящей исследования было установление взаимозависимостей между основными биометрическими показателями тихоокеанских лососей для дальнейшего обоснования геометрических характеристик сетного полотна лососёвых неводов, предназначенных для облова конкретного вида.

Постановка такой задачи связана ещё и с тем, что обобщение многочисленных исследований биометрических зависимостей, сделанное С.Ф. Ефановым с соавторами [1], практически не содержит данных, относящихся к промысловым видам дальневосточных морей и СЗТО.

Материал и методика исследований

Наши совместные работы с ФГУ «Севострыбвод» по Программе ресурсных исследований тихоокеанских лососей в 2006-2008 гг. дали возможность получить обширный материал в результате промеров ке-

ты, кижуча и нерки из уловов закидных и ставных неводов в различных районах побережья Камчатки.

В общем объёме биологических исследований измеряли длину каждого экземпляра (AC и AD) из выборки, его массу, а также периметр в максимальном поперечном сечении (P), рис. 1. При этом, руководствуясь стандартными методами, в частности, описанными Правдиным [2], использовали простые инструменты: мерную линейку, пружинные весы и гибкую нить необходимой длины.

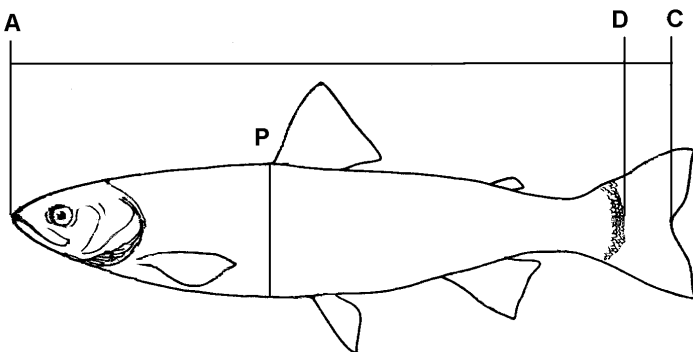


Рис. 1. Схема измерения биометрических показателей лососей:
AC – длина по Смитту; AD – длина до конца чешуйного покрова;
P – максимальный периметр поперечного сечения тела рыбы

В данной работе мы ограничились выборкой из контрольного лова, осуществлявшегося в период с 28 июля по 30 сентября 2007 г. на реке Большой. В процессе работ был собран и обработан следующий объем биостатистического материала: нерка – 213 шт., кета – 216 шт., кижуч – 172 шт.

В процессе обработки данных использовали стандартные (общепринятые) методы математической статистики [3], а также электронные таблицы Microsoft Excel с их статистическими и графическими приложениями.

В методической части следует обратить внимание на то, что поперечный периметр тела рыбы измеряли гибкой нитью с лёгким натяжением, а затем длину полученного отрезка нити фиксировали по мерной линейке. Применение для этих целей портняжного метра в качестве инструмента не рекомендуется.

Обсуждение результатов

На первом этапе анализа результаты массовых промеров были усреднены (табл. 1), что обычно является пределом первичной обработки данных, представляемых в отчётах наблюдателей от Севвост-

рыбвода, присутствующих на контрольных промысловых участках по всему побережью Камчатки. В дальнейшем соотношения этих показателей были использованы для проверки адекватности полученных эмпирических зависимостей и расчёта статистических параметров.

Таблица 1
Усреднённые показатели основных биометрических характеристик тихоокеанских лососей реки Большой летом 2007 г.

Показатель	Вид тихоокеанского лосося		
	кета	кижуч	нерка
Средняя длина AC, см	62,4	57,4	61,4
Средняя длина AD, см	58,3	53,3	57,9
Средняя величина максимального периметра поперечного сечения рыбы, см	36,3	34,8	34,3
Средняя масса особи, г	3188	2704	2806
Объём выборки	216	172	213

Статистическая обработка полученных данных подразумевает выявление зависимости между биометрическими параметрами исследуемых объектов – максимальным обхватом и длиной рыбы (AC), получение для каждого вида усредненных формул этой зависимости и показателей, её характеризующих, таких, как коэффициент корреляции, дисперсия, её среднеквадратическое отклонение, средняя и стандартная ошибка (рисунки 2, 3, 4).

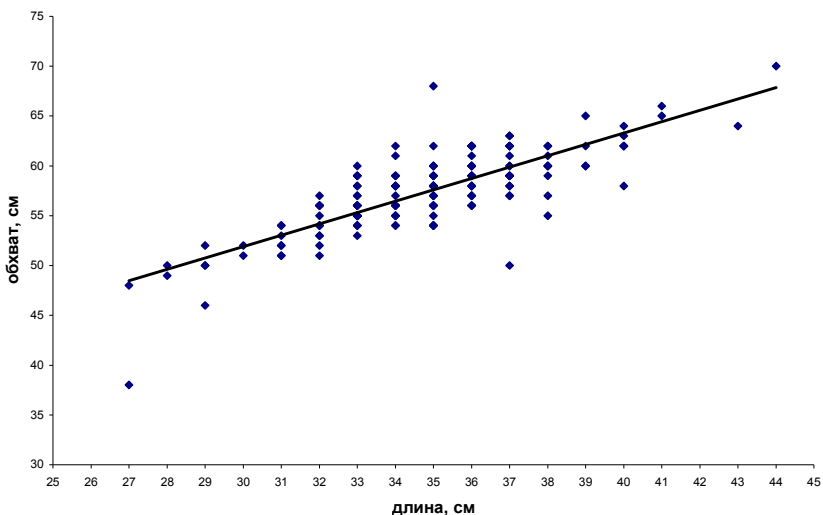


Рис. 2. График зависимости максимального обхвата от длины AC кеты

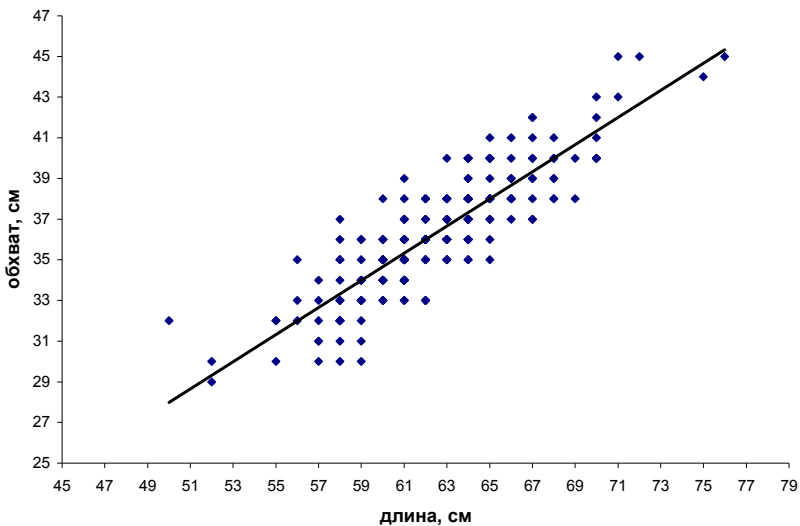


Рис. 3. График зависимости максимального обхвата от длины АС кижуча

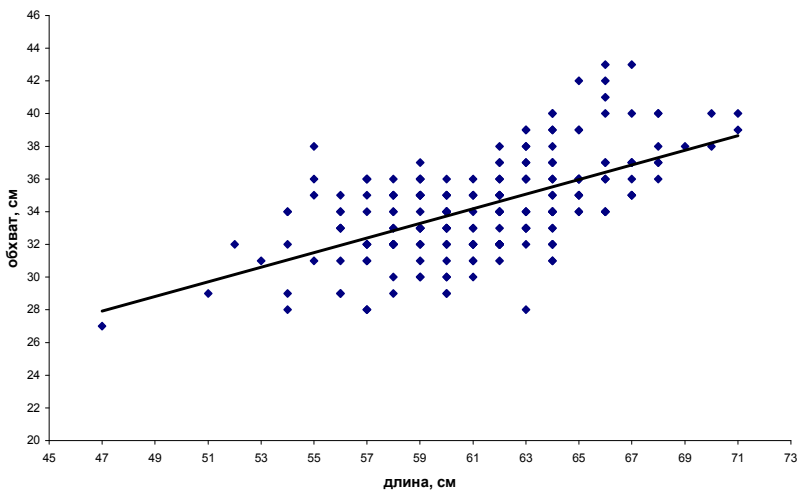


Рис. 4. График зависимости максимального обхвата от длины АС нерки

Из приведённых графиков видно, что у лососей трёх исследуемых видов между максимальным обхватом и длиной тела наблюдается линейная зависимость, следовательно, эмпирическое уравнение регрессии будет иметь вид

$$y = a + bx. \quad (1)$$

В результате компьютерной обработки биометрических данных и вычислений при помощи программы Microsoft Excel были получены следующие уравнения, характеризующие зависимость между максимальным обхватом (P) и длиной (AC) особей того или иного вида

$$\text{для кеты} \quad P = 0,67 \ell - 5,37; \quad (2)$$

$$\text{для кижуча} \quad P = 2,6 + 0,56 \ell; \quad (3)$$

$$\text{для нерки} \quad P = 6,89 + 0,45 \ell. \quad (4)$$

Также были получены показатели, характеризующие эти зависимости (табл. 2).

Таблица 2
Статистические характеристики полученных зависимостей

Показатель	Уравнение регрессии		
	для кеты	для кижуча	для нерки
Коэффициент корреляции	0,86	0,8	0,59
Среднеквадратическое отклонение	2,99	2,84	2,99
Дисперсия	8,96	8,06	8,92
Стандартная ошибка	1,5	1,7	2,4
Средняя ошибка	- 0,19	0,06	0,17

Полученные эмпирические формулы зависимости между максимальным обхватом и длиной по AC для кеты, кижуча и нерки могут служить базой для подбора оптимальных размера и формы ячеи сетного полотна ставных и закидных неводов в целях ведения рационального промысла, а также для контроля результатов при проведении экспериментальных работ. Выведенные коэффициенты подлежат уточнению по мере накопления биостатистических данных, что позволит получить для каждого вида определенные формулы и установить пределы колебаний этих коэффициентов в зависимости от различных факторов.

Проверка показала, что особи кеты, кижуча и нерки с минимальной длиной (AC) из использованной выборки имеют максимальный (расчётный) обхват тела соответственно, см:

$$\text{- для кеты} \quad P = 0,67 \times 50 - 5,37 = 28,13,$$

$$\text{- для кижуча} \quad P = 2,6 + 0,56 \times 46 = 28,36,$$

$$\text{- для нерки} \quad P = 6,89 + 0,45 \times 52 = 30,29.$$

Соответственно этим показателям максимальный внутренний размер ячеи сетного полотна, обеспечивающий удержание этих видов, будет равен (соответственно): 14,1 см; 14,2 см; 15,1 см. Для всех трёх видов соответствующие их максимальному обхвату характеристики сетного полотна практически одинаковы и близки к технологическому шагу ячеи, равному 70 мм. Однако, исходя из психологических соображений, вряд ли разумно рекомендовать полученные экспериментальным путём предельные значения характеристик сетного полотна для реального использования на неводном промысле лососей. Одним из весомых аргументов рыбаки будут выдвигать тот факт, что период хода кеты и нерки совпадает с ходом горбуши, имеющей меньшие размеры. Но кижуч идёт на нерест значительно позже горбуши, а, например, в районе Озерной ловят только нерку. Есть возможность варьировать орудиями лова с различным размером ячеи и при закидном неводном лове в зависимости от промысловой обстановки. При этом рекомендуется применять крупноячейные закидные невода с квадратной формой ячеи.

Библиографический список

1. *Ефанов С.Ф., Истомин И.Г., Долматов А.А.* Влияние формы тела рыбы и ячеи на селективные свойства трала // Орудия и способы рыболовства. Вопросы теории и практики. М.: ВНИРО, 1988. С. 128-146.
2. *Правдин И.Ф.* Руководство по изучению рыб. М.: Пищ. пром-сть, 1966. 376 с.
3. *Лакин Г.Ф.* Биометрия: учеб. пособие. 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1980. 293 с.