

УДК 639.2.081.16

DOI 10.15853/2072-8212.2016.43.55-71

ИССЛЕДОВАНИЕ УЛОВИСТОСТИ СТАВНЫХ НЕВОДОВ С УЧЕТОМ КИНЕМАТИЧЕСКОГО И ОРИЕНТАЦИОННОГО ПОВЕДЕНИЯ ЛОСОСЕЙ

Ю.А. Кузнецов, Д.В. Казаков

*Проф. кафедры, доктор техн. наук; аспирант; ФГБОУ ВПО «Дальрыбвтуз»*

690087 Владивосток, Луговая, 52б

Тел./факс: (423) 244-24-11, 244-25-03

E-mail: imf.dalrybvtuz@mail.ru; 89084421615@yandex.ru

ГИДРОБИОНИКА, ЛОСОСИ, ПОВЕДЕНИЕ РЫБ, БИОТЕХНОЛОГИИ ПРОМЫСЛА

В статье рассмотрены вопросы формирования поведения лососей в зоне действия ставных неводов: приведен факторный анализ устойчивости лова в связи с гидродинамикой переноса водных масс в критических зонах облова неводом, выполнены измерения и построены эпюры скоростей течений при изменении их конструктивных параметров. На проблемных рыбопромысловых участках (РПУ) поставлен эксперимент по применению физических средств дистанционного воздействия на поведение рыб и ластоногих, а также выполнены сравнительные оценки уловов при использовании экспериментальных и контрольных неводов.

ANALYSIS OF CATCHABILITY OF FIXED NETS BASED ON SALMON KINEMATIC OR ORIENTATION BEHAVIOR

Yury A. Kuznetsov, Denis V. Kazakov

Prof. of dep., Dr. of Science (Technology); Graduate student; VPO "Dalrybvtuz"

690087 Vladivostok, Lugovaya, 52b

Phone/fax: (423) 244-24-11, 244-25-03

E-mail: imf.dalrybvtuz@mail.ru; 89084421615@yandex.ru

HYDROBIONICS, SALMON, BEHAVIOUR OF FISH, BIOTECHNOLOGY OF FISHING

The article discusses issues of formation of salmon behavior within the area of fixed nets: factor analysis of fishing stability in view of hydrodynamics of water transfer in the critical areas of seine fishing is provided, the currents are measured and the velocity profiles of the currents are made when changing the design parameters of the nets. Experimental work about using physical means of remote influence on the behavior of fish or seals is accomplished on the plots of problem fishing, comparative assessment of the catches from the experimental and control nets is made.

В период рунного хода лососевых и высокой активности тайфунов в дальневосточном рыбопромысловом регионе России штормоустойчивость ставных неводов является одним из основных факторов, влияющих на расстановку промысловых усилий. Выбор мест постановки ставных неводов, их конструкции и запаса прочности при проектировании и изготовлении в большой мере зависит от механики взаимодействия полей скоростей течений с деталями неводов и, прежде всего, от динамики колебаний штормовой волны (ее длины, высоты и крутизны). В этой связи техническая стратегия обеспечения устойчивости лова уже более века строится только на материаловедении и наращивании прочностных характеристик используемых конструкций неводов. А они вступают в конфликт с уловистостью, определяемой кинематическим и ориентационным поведением объекта лова в зонах физических возмущений от деталей невода. Поведение рыб остается малоизученным предметом научных дискуссий, но никак не

основой для параметрического описания процесса и конструктивных решений.

Необходимо помнить, что лососевые обладают весьма развитыми механорецепторами, и их реакции формируют ориентационное поведение рыб в полях скоростей течений, омывающих различные преграды (мысы, скалистые берега, подводные возвышения, растительность и др.), включая заграждения технического характера. Поля переноса водных масс в зонах действия орудий лова необходимо представлять как векторные величины. То есть параметр их воздействия на физические объекты в каждой точке пространства должен задаваться величиной и направлением. Изменения гидродинамических полей в местах постановки ставных неводов воспринимаются рыбой и оказывают ориентирующее воздействие при скорости течения около 0,002–0,02 м/с, а при больших скоростях наблюдается принудительно-направленное перемещение рыб (Мельников, Лукашев, 1981).

Размеры и структура крыла и ловушки влияют на распределение скоростей течений, определяют зону их влияния на поведение рыб и зону облова невода. Этим следует объяснять на лове ставным неводом перераспределение лососей при подходе в зону облова и аккумуляцию их в залавливающих устройствах невода. Учитывая данное обстоятельство, эпюры скоростей течений в зоне установки ставных неводов мы гипотетически приняли как один из важных факторов уловистости неводов и предприняли попытку экспериментальной оценки его значимости. Чтобы дать аксиоматическое определение данному явлению (принять как постулат), мы посчитали необходимым провести на ряде проблемных РПУ дополнительные наблюдения за поведением рыб, измерения направлений и скоростей течений в зонах, ответственных за уловистость неводов, выполнить сравнительную оценку уловов экспериментальными и контрольными неводами.

Еще один биофизический эффект влияния акустики и колебаний скорости на уловистость неводов, достаточно значимый для практики использования на промысле, обнаружен в результате гидробионических исследований и разработок, проведенных в ТИНРО-Центре и Дальрыбвтузе (Кузнецов, 2004). Колебательная скорость частиц воды при прохождении плоской бегущей звуковой волны около положения равновесия по отношению к водной среде в целом, как векторная величина, не остается без внимания лососей с их высокой чувствительностью к механическим колебаниям. Энергия звуковых волн характеризуется тремя параметрами: скоростью, давлением и смещениями колеблющихся частиц воды. Колебательная скорость в звуковой волне определяется из соотношения: $v = p/\rho c$, где p — звуковое давление, c — скорость звука в воде, ρ — плотность воды. В воде $v \ll c$. Для продольной волны v и c совпадают по направлению, а для гармоничной волны частотой f связь колебательной скорости с амплитудой смещений определяется формулой $v_0 = 2\pi f \xi_0$, где ξ_0 — амплитуда смещений частиц. В водной среде при близком к порогу слуха рыб $p = 10^5$ Па $v \approx 0,07$ м/с (больше пороговых значений восприятия смещений). Многими авторами отмечается способность рыб воспринимать смещения частиц воды в низкочастотной звуковой и инфразвуковой области частот (Протасов, 1965). Амплитуды пороговых смещений для исследованных рыб лежат в области 20–25 А (Ангстрем, $A=10^{-10}$ м).

Оба воспринимаемых слуховым органом и боковой линией компонента (давление и смещение) присутствуют в любом акустическом поле на промысле и в естественных условиях взаимодействия рыб с внешней средой. Распространение волн давления и смещения в ближнем (на расстоянии одной длины волны) и дальнем (на расстоянии более одной длины волны) акустическом поле представляются по-разному: давление ослабляется обратно пропорционально расстоянию в дальнем акустическом поле, при этом амплитуды смещения прямо пропорциональны амплитудам давления, а в ближнем — амплитуда смещения убывает обратно пропорционально квадрату расстояния. В пределах длины волны в естественных и промысловых акустических полях воздействия наблюдается суммация рефлексов (зависит от спектрально-энергетических уровней, биологической значимости стимулов и мотиваций). Может формироваться высоко реактивное ответное поведение и/или угасание и безразличие к акустическим колебаниям. Данное явление часто вводит в смятение операторов фундаментальных и прикладных исследований слуха рыб и его значений в исследуемых процессах.

Для лососей характерна генетически заданная структура поведения в полях скоростей течений. С первого же момента самостоятельного существования организма в нерестовой реке процесс взаимодействия с внешней средой связан с реакциями, которые у рыб, обладающих психикой, называются безусловными рефlekсами и инстинктами. В гомеостазе этот механизм совершенствуется и вкупе с участием других физических раздражителей формирует суммационные эффекты с участием безусловных рефлексов и приобретаемых условных рефлексов. Для исследования прямых связей между безусловно-рефлекторной и рецепторной деятельностью гидробионтов требуется еще привлечение арсенала академических усилий в смежных разделах естествознания, но учитывая, что проблемы устойчивости промысла имеют прикладной аспект в работах по бионике моря, нельзя пассивно ожидать, когда биологи предложат инженерам новые идеи. В условиях ставного неводного лова на рыбопромысловых участках (РПУ) с изменчивой гидрологией уже сегодня имеется возможность получить синергичный эффект устойчивости лова при использовании имеющихся методов и средств путем достижения

их физической совместимости с адаптивными функциями поведения лососей.

Гидробионические исследования позволили заимствовать свойства «живых» акустических приемников и излучателей гидробионтов при структурной проработке биотехнологий дистанционного управления процессом лова. Но при конструировании приборов на основе традиционной гидроакустики остро встала проблема преобразования электроэнергии в колебания на низких частотах звукового и сейсмического диапазона. Привести размеры используемых в гидроакустике электродинамических преобразователей (ЭДП) в соответствие рабочему диапазону частот слуха рыб и механорецепторов не представляется возможным. Это ограничивает использование традиционной гидроакустики в рыболовстве. Но акустические внутривидовые и межвидовые отношения рыб и других морских животных достаточно развиты благодаря использованию биологических преобразователей на основе акустически податливых материалов (сжатый воздух, резонирующие емкости, упругие сочленения и т. п.). Пневмоизлучатели (ПИ) с названием изделия от природного аналога (например, ПИ «Лосось») в большой мере повторяют функциональную роль «живых» манипуляторов. Анализ и синтез опыта морской биоты, механизмов локомоции, подводной связи, навигации, ориентации, а также передачи, восприятия, преобразования, запоминания и использования информации представляется для инженерного корпуса рыболовства как кладезь идей и их патентоспособности.

Одним из успешных приемов реализации опыта организации поведения рыб и других гидробионтов можно считать метод структурного проектирования систем лова, в который заложены принципы теории функциональных систем акад. П.К. Анохина (1973) и средства промысловой био-гидроакустики, которые созданы на бионической основе заимствования механизма генерации сейсмоакустических колебаний у гидробионтов (Кузнецов, 2004). Практическую реализацию имеющих научных заделов на промысле тихоокеанских лососей предложено осуществить по программе коммерциализации биотехнологий инновационного центра (ИЦ) «Сколково» РФ. Согласно его дорожной карте по направлению «Биотехнологии в сельском хозяйстве и промышленности», на первом этапе реализации базового проекта

«Гидробионт-1» поставлена задача достижения устойчивости промысла лососей. Проблемы связаны с переносом водных масс в зоне лова и штормами, т. е. штормоустойчивостью, с тенденцией наращивания размеров и прочности (громоздкости) неводов, растущим из года в год «нахлебничеством» ластоногих и другими явлениями, зачастую вынуждающими рыбаков выставлять орудия лова вдали от основных путей миграции рыб, нести экономические и экологические издержки. Чтобы получить синергичный эффект, потребовалась аттестация проблемных РПУ по гидрологическим показателям акватории вблизи неводных установок, по техническим параметрам сравниваемых неводов, по поведению сформировавшихся скоплений рыб в полях скоростей течений и сейсмоакустических полях воздействия, а также по наличию и поведению ластоногих на РПУ.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Наблюдения проведены на четырех проблемных участках: РПУ 15/2 на о-ве Кунашир (рис. 1а), РПУ 271 в Камчатском заливе (рис. 1б), РПУ 8 вблизи п. Датта Хабаровского края (рис. 1в), РПУ 7 и 8-Т Приморского края вблизи п. Самарга и Единка (рис. 1г). Для них характерно следующее: на РПУ 15/2 проходная кета (средние и большие скопления) обходят невода по основному водному потоку мористее ловушки; на РПУ 271 невода, облавливающие акватории вблизи реки Камчатки и менее подверженные влиянию приливного течения, традиционно более уловисты по отношению к другим; на РПУ 8, омываемом водными потоками Татарского пролива и расположенном вблизи лежбища тюленей ларга (о-в Токи в 4 км), недолов связан в основном с формированием больших течений и влиянием ластоногих; РПУ 7 и 8-Т со сходной гидрологией удобны для сравнительной оценки уловистости неводов с разной оснасткой.

Для всех участков (рис. 1) характерно наличие приливо-отливных течений вдоль берега, скорость которых в местах постановки неводов в период между сизигийным и квадратурным приливами колеблется от 0,2 до 0,5 м/с, но не превышает 0,6 м/с. Примерно в этих пределах для основных промысловых районов Дальнего Востока РФ отмечают колебания скорости течений (Кикот, Бояринова, 2012). С этими колебательными процессами и величинами эпюры скоростей течений в работе сделана попытка объяснить уловистость не-

водов на указанных РПУ. Для визуальных наблюдений за распределением скоплений рыб в зонах облова неводами были благоприятны условия при лове кеты на РПУ 15/2 и лове горбуши на РПУ 8.

На РПУ 15/2 крыло ставного невода длиной 1300 м выполнено из дели с рабочей ячейей 80 мм, а ловушки — 30 мм. На РПУ 8 длина крыла невода 250 м, его рабочая ячея 50 мм, а ловушки — 30 мм. На первом из них ловушка выставлена над глубиной 18 м. За ней идет резкий спад глубин до 30–35 м, где наблюдалось основное перемещение водных масс под влиянием приливо-отливных течений, подводного рельефа и присутствия нево-

да. На втором участке равномерный спад глубин и течение вблизи берега формируется в основном под влиянием конструкции невода. На РПУ 271 применен экспериментальный невод (ЭН-1) с длиной крыла 1000 м. Он использован для измерения эпюры скоростей течений в зоне облова. При этом на первом этапе измерений в 2015 г. его крыло было оснащено делью с ячейей 50 мм, а ловушка — 30 мм.

Для проведения сравнительных измерений и оценки его уловистости в 2016 г. были изменены параметры, влияющие на формирование гидрологии в зоне облова: крыло увеличено до 1200 м,

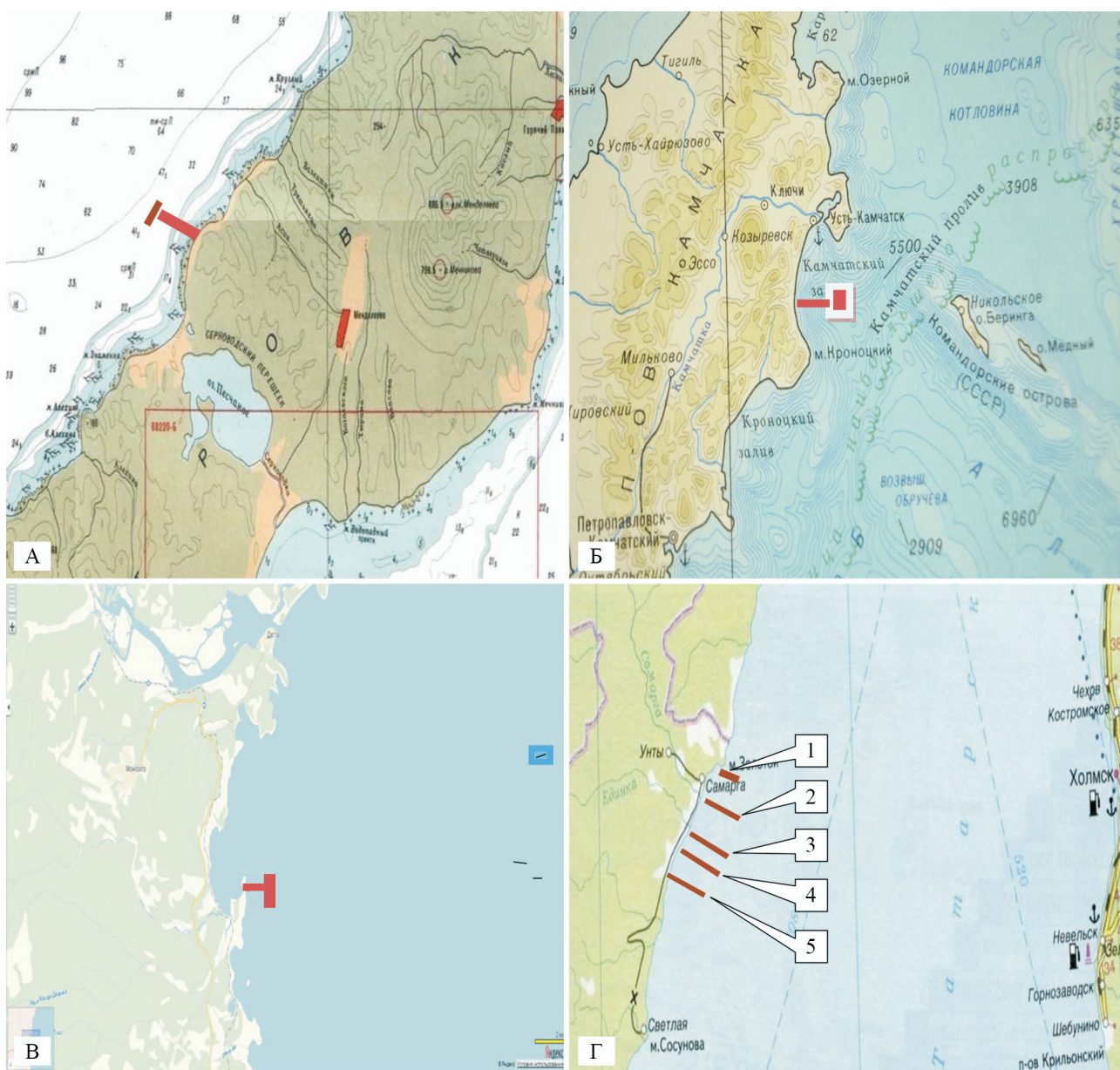


Рис. 1. Расположение РПУ 15/2 (а), РПУ 271 (б), РПУ 8 (в), РПУ 7 и 8-Т (г). На РПУ 7 четыре контрольных невода (3, 4 и 5), на РПУ 8-Т экспериментальный (1) и контрольный (2)
Fig. 1. The scheme of the fishery plots 15/2 (a), 271 (б), 8 (в), 7 and 8-T (г). Four control nets (3, 4 and 5) on the fishery plot 7, experimental (1) and control (2) on the fishery plot 8-T

рабочая ячей на крыле невода — до 100 мм, а на ловушке — до 40 мм. Экспериментальный невод выставлен в 24 км от реки Камчатки, восемь из девяти контрольных неводов в Камчатском заливе выставлены ближе к реке. Все контрольные невода имеют крылья длиной более 1100 м с рабочей ячейей 50–80 мм. Проблема штормоустойчивости неводов на всех экспериментальных РПУ мало-значима. Тем не менее рыбаки чаще всего вынуждены пользоваться традиционно используемыми проектами на изготовление штормоустойчивых неводов для лова нерки, чавычи, кеты, горбуши, кижуча в данных промрайонах. В современной практике предпочитают использовать дели на крыле с размером ячей больше объячеивающего в 1,5÷2,0 раза.

При измерениях течений на глубине расположения лососей отказ от использования вертушек был связан с необходимостью повышения достоверности оценок направления и скорости течений при их малой величине. Измерения с помощью глубинных поплавков (рис. 2), прежде всего, позволяют интегрировать временные неоднородности вектора скорости, что дает возможность отразить действительные перемещения анализируемого слоя воды, соответствующего расположе-

нию объекта лова. При установке штормоустойчивого невода его влияние на естественное течение маскируется совокупным воздействием волнообразующих сил: при равенстве высоты прилива структура течения может измениться под влиянием не только невода, но и ветрового нагона, сейшевых явлений и т. п. Поэтому влияние сопутствующих факторов необходимо было свести к минимуму. Уменьшение влияния этих факторов достигалось проведением измерений и наблюдений в штиль и, главным образом, при отсутствии аномальных атмосферных явлений (глубоких циклонов и тайфунов).

Методика использования электродинамических преобразователей (ЭДП) и пневмоакустических систем (ПАС) корректировалась в процессе испытаний в зависимости от массовости подходов лососей в зону лова, от распределения их скоплений и ластоногих на акватории РПУ, а также от условий распространения акустических и механических колебаний. Для воздействия на поведение рыб задействован комплекс ЭДП-ПАС на основе ПИ «Лосось» (рис. 3А) и ЭДП FC-12 (рис. 4), для отвода ластоногих из зоны лова — ПИ «Дельфин» (рис. 3Б), ПИ «Косатка» (рис. 3В), «Пневмопушка» (рис. 3Г) и FC-12.

ПИ «Лосось» в экспериментальном режиме испытаны на РПУ 15/2 (1986 г.), РПУ 8 (2014 г.) и 7-Т (2016 г.). ПАС в комплексе с ЭДП успешно использованы в промысловом режиме в 1985 г. на лове горбуши в з-ве Анива (эксперимент описан в работе Ю.А. Кузнецова, 2004) и в 2016 г. на РПУ 7-Т. В последнем в качестве ЭДП использован прибор «FC-12» (рис. 4), оснащенный формирователем биологических сигналов рыб, косатки и белух. Заход рыб в ловушку невода фиксировался с помощью подводной видеокамеры.

Рис. 5 поясняет расстановку приборов и оборудования на РПУ 7-Т. На рис. 5 экспериментальный невод (1) с меньшими размерами по отношению к четырем другим контрольным неводам оснащен компрессорной станцией (2), магистральным воздушным шлангом (3), тремя ПИ «Лосось» на крыле невода (4) и тремя ПИ (5) на головном бье (6) за ловушкой невода, а также фиш-коллектором (7), развернутым излучающей частью на северо-запад в зону основных путей миграции горбуши.

Весь арсенал экспресс-методов гидробионики в ранних исследованиях по обоснованию требо-



Рис. 2. Глубинные поплавки
Fig. 2. Deepwater floats

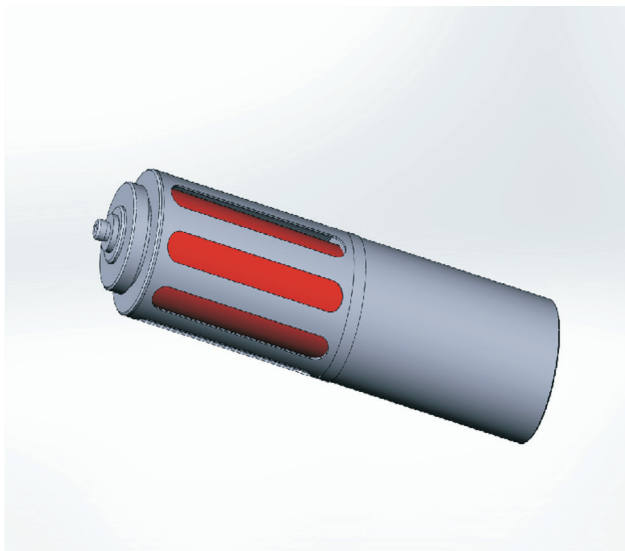


Рис. 3. Комплект пневмоизлучателей ПАС. А: ПИ «Лосось»; Б: ПИ «Дельфин»; В: ПИ «Косатка»; Г: «Пневмо-пушка» (вверху)
 Fig. 3. System of pneumatic emitters (PES). A: “Losos”; Б: “Delphin”; В: “Kosatka”; Г: “Pnevmopushka” (upper)



Рис. 4. Фиш-коллектор FC-12
 Fig. 4. The fish-collector FC-12

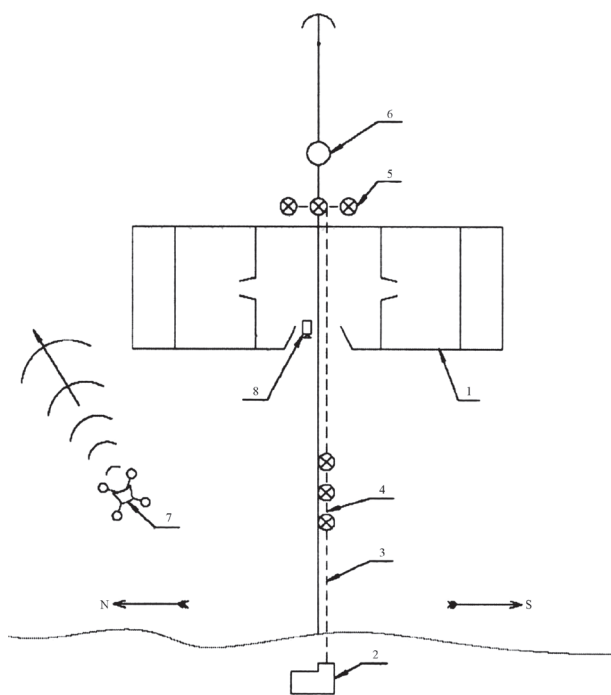


Рис. 5. Схема расстановки ПАС-ЭДП
Fig. 5. The scheme of the PES-Electrodynamics transducer (ET)

ваний к средствам воздействия на поведение рыб (Кузнецов, 2004) был использован по единому принципу системной организации функций в достижении природоподобия по П.К. Анохину (1973). Поэтому в НИОКР при создании приборов воздействия на рыб и в морских испытаниях, включая настоящие, учитывались, прежде всего, взаимосвязи между рефлекторной и рецепторной деятельностью гидробионтов, акустические параметры ПАС-ЭДП, а также физические параметры слуховых и механорецепторов. Это дало возможность вынести на обсуждение следующие результаты.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Первый успешный эксперимент с использованием ПИ «Лосось» в комбинации с рупорным пьезокерамическим излучателем «Сапфир» конструкции ВНИИЯГГ был проведен в заливе Анива в 1985 г. Для сравнительной оценки уловистости были выставлены четыре ставных невода (длина крыла 250 м, размеры ловушки 32×10×6 м). Экспериментальная установка работала в глубине бухты вдали от основного хода горбуши (более 2 км) на участке, защищенном от штормовой волны выдающимся в море мысом. Три контрольных невода выставили в зоне влияния опресненных вод на более уловистых участках. За весь период лова с

1 по 20 августа экспериментальный невод при выключенной ПАС-ЭДП (6 суток из 20) имел среднесуточный улов 6,85 т, а при ее работе (14 суток) — 22 т. Улов при застое невода с работающей ПАС-ЭДП в 3,2 раза больше. В сравнительном плане с контрольными неводами в период использования 4-х неводов с 1 по 12 августа среднесуточный вылов экспериментального невода составил 16,8 т, а контрольными неводами — 9,2 т, т. е. в 1,8 раз больше. С 12 на 13 августа прошедший тайфун вывел из строя все контрольные невода, а экспериментальный продолжил работу в промысловом режиме. Весь оставшийся период сравнительных испытаний экспериментальный невод имел среднесуточный вылов 21,8 т, а два дня отключения системы — 8,25 т, т. е. в 2,6 раза больше. Сравнительные оценки в разных вариациях дали обнадеживающий результат значительного увеличения зоны облова на участке, не имеющем промыслового значения для традиционного способа лова.

Наблюдения за поведением кеты на РПУ 15/2 в 1986 г. подтвердили стереотип обхода сетного заграждения рыбой в полях прибрежных течений. На этом участке стабильно фиксируется миграция плотных и больших скоплений проходной кеты (серебрянки) мористее ловушки невода на расстоянии 1500–2000 м от берега. Только мелкие косяки кеты (в большей мере местной «лошалай») заходили в зону облова. Причем в начале хода (в октябре) ее заходы в зону облова неводом более массовые, чем в ноябре.

В период с 15 по 31 октября улов составил 10 т, из него 6 т лошалай кеты местного стада и 4 т проходной. В уловах наблюдалось в основном присутствие лошалай кеты в отношении к «серебрянке» 3/2. С 1 по 15 ноября при работе ПИ «Лосось» на крыле невода удалось выловить 8,5 т кеты, при его работе в качестве контрольного невода — уловы штучные. В структуре улова при работе ПАС улов лошалай рыбы составил 3,5 т, а серебрянки — 5,2 т, т. е. отношение их уловов составило 2/3. Без сомнения, отсутствие ЭДП в акустической системе воздействия на поведение кеты снизило эффективность лова, но ПАС в определенной мере повлияла на селективность воздействия и структуру смешанного улова. С 2013 г. на РПУ 15/2 используются невода с длиной крыла 1300 м. Это в определенной мере способствовало увеличению объемов вылова проходной кеты, но потребовало определенных технических усовершенствований

и затрат для сохранения рабочей формы и параметров ловушки на течении.

Уже фрагментарная оценка распределения скоплений кеты в зоне действия ставного невода наводит на мысль о связи ориентационного поведения разных формирований рыбы с эпюрой скоростей течений в ней. На рис. 6 схемой представлена модель поведения кеты и горбуши в зонах влияния техники лова на основе такой оценки. Принятая в рыболовстве вероятностно-статистическая теория (Кадильников, 2001) представляет вполне достаточной энтропийную статистическую интерпретацию так называемой технической доступности объекта лова для залавливающей системы. Совпадение полей температуры, солености, течений и т. п. с заходом малых и частично средних скопления рыб в зону облова неводом она объясняет как случайное явление. По понятным причинам, представление о промысловом процессе на основе действующей теории рыболовства отвлекает внимание от необходимости детерминированного описания механизма взаимодействия рыб с техникой лова. В предлагаемой вниманию специалистов работе использованы методы прямой количественной оценки факторов воздействия на процесс лова,

а в принятии технических решений — методы достижения природоподобия.

При отсутствии невода эпюры скоростей течений, как правило, повторяют очертания побережья. В период приливного течения, в зависимости от параметров рабочей ячеи на крыле и в ловушке невода, с удалением от берега скорости течения возрастают. Результаты измерений скорости и направления течений в зоне постановки экспериментального невода (ЭН-1) в 2015 г. на РПУ 271 представлены на рис. 7а. Обращаем внимание на градиент скорости напротив крыла в зоне облова ЭН-1. На расстоянии более 200 м до крыла он составляет 0,15–0,2 м/с на 300 м, а на расстоянии 150–200 м до крыла — 0,1 м/с на 50 м.

Вектора течений фиксируют обтекание крыла невода и ловушки с частичной фильтрацией сквозь сетное полотно крыла невода. Наибольший градиент течений по отношению к зоне облова, достигающий 0,1–0,2 м/с на 100 м, отмечается в зоне обтекания ловушки невода. Но часть воды фильтруется через сетное полотно крыла невода с ячейей 50 мм и приближается к крылу в направлении общей тенденции потока с малой скоростью (менее 0,3 м/с). Область влияния, при-

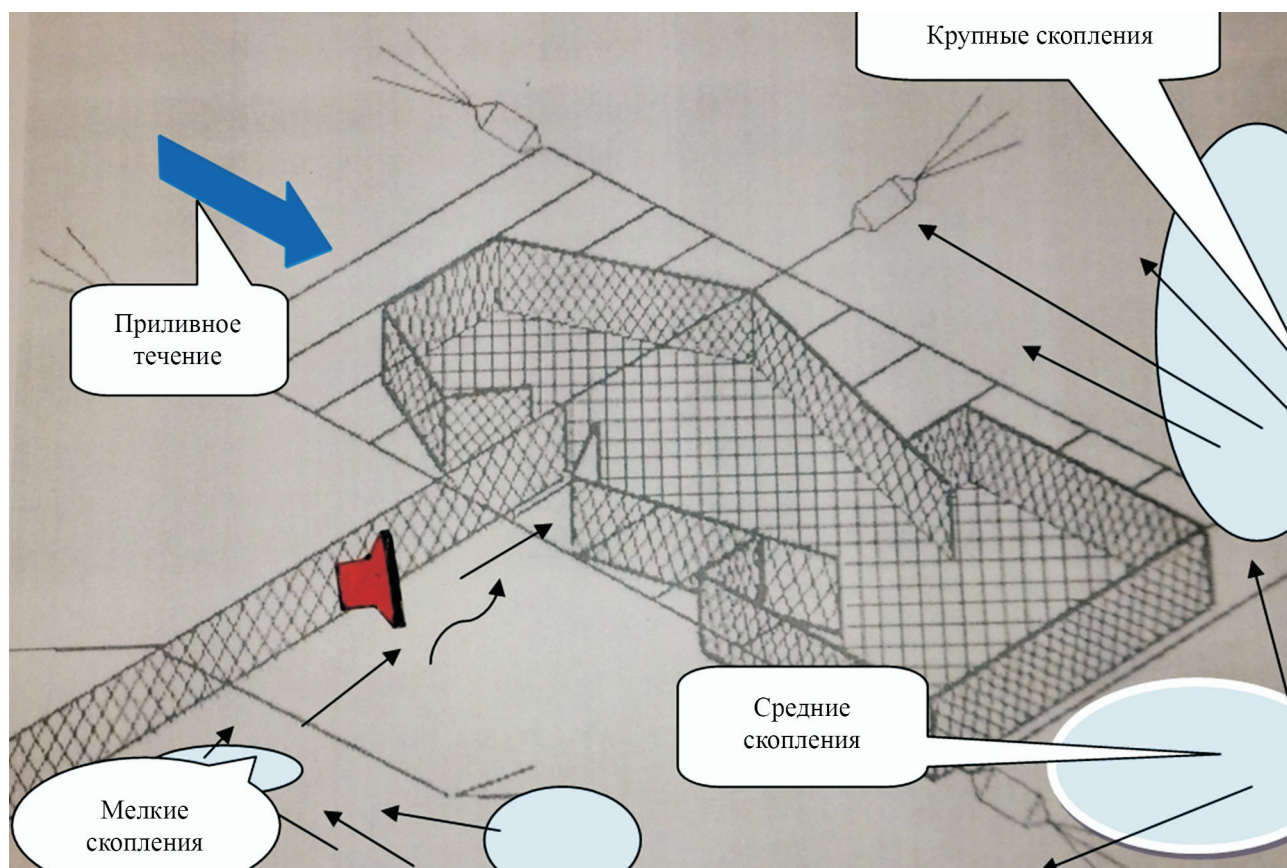


Рис. 6. Распределение сформированных скоплений лососей в зоне лова ставным неводом
Fig. 6. The distribution of the salmon aggregations formed within the area of fishing by fixed nets

легающая к сетному полотну со стороны течения, сжата и несколько растянута с противоположной его стороны. Здесь течение слабее в 1,5–2 раза на

расстоянии 100 м от крыла. По мере удаления от невода «нормальные» течения, как и их направление, восстанавливаются. Со стороны течения

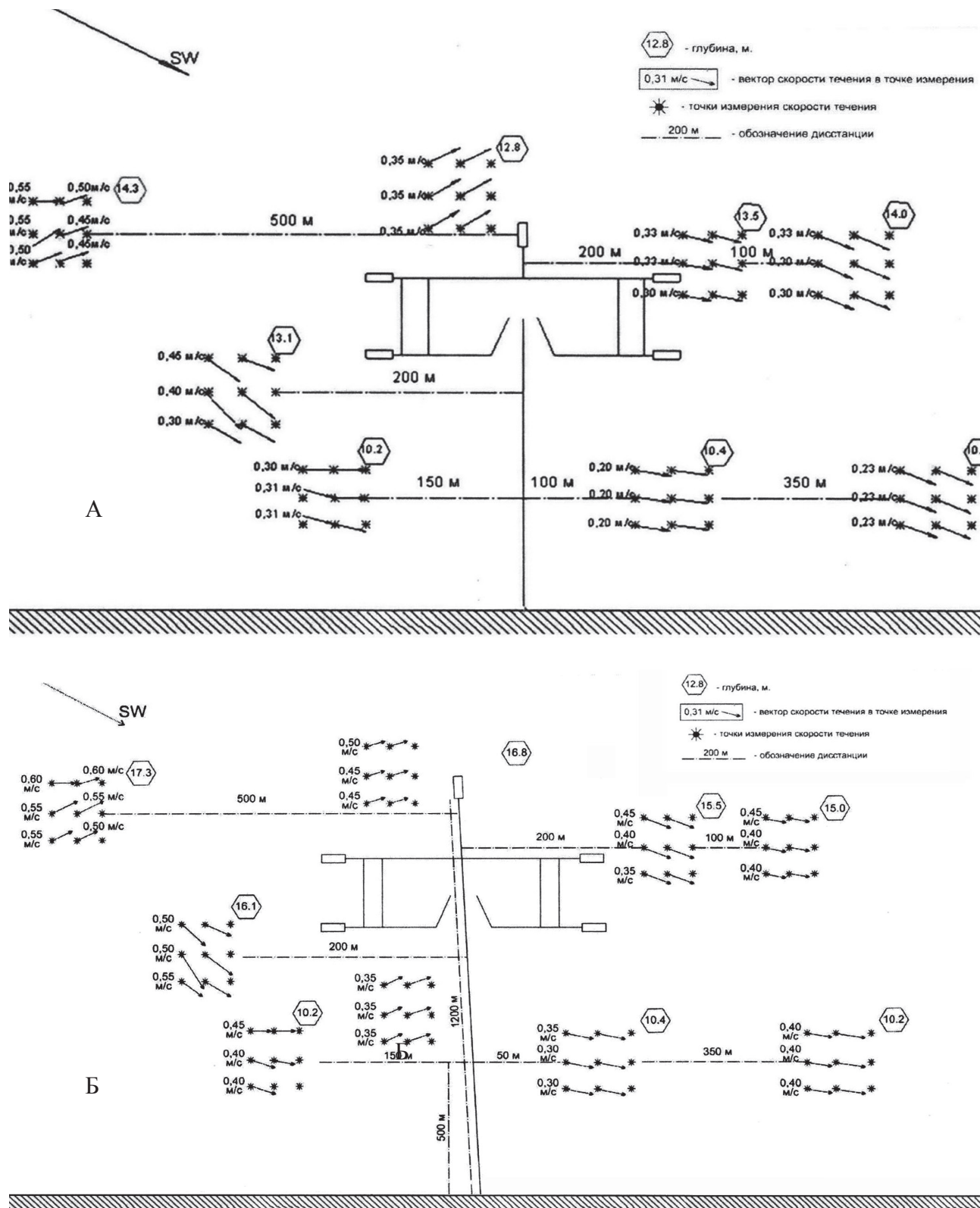


Рис. 7. Эпюра скоростей течений на РПУ 271 в зоне действия невода ЭН-1 (8а) и промыслового невода ЭН-2 (8б)
Fig. 7. The current velocity profile on the fishery plot 271 in the area of the experimental net ЭН-1 (8а) and commercial net ЭН-2 (8б)

7А – зона облова невода ЭН-1 / the fishing area by experimental net ЭН-1

7Б – зона облова невода commercial net ЭН-2 / the fishing area by commercial net ЭН-2

зона влияния может быть ограничена $\frac{1}{2}$ длины крыла, а с противоположной стороны, можно предположить, — не меньше длины крыла, т. е. более 1000 м. При этом направление течения ниже невода склоняется к берегу, но даже в разрезе 450 м от крыла сохраняет малую скорость 0,23 м/с, что предполагает наличие градиента между «нормальным» течением (0,55–0,60 м/с) и возмущенным более 0,32–0,37 м/с.

Измерения эпюры скоростей течений в зоне действия экспериментально-промыслового невода (ЭН-2) с увеличенной рабочей ячейей на крыле невода до 100 мм, а в ловушке — до 40 мм, с увеличенным крылом до 1200 м и его отклонением от нормали к берегу на 10–15 градусов (рис. 7б), подтвердили ожидаемый эффект увеличения коэффициента фильтрации потока и менее значимого изменения скорости течения во всех точках измерений в зоне облова неводом. Область, прилегающая к сетному полотну со стороны течения, менее сжата, но более растянута в части изменения градиента скорости со стороны подходов рыбы к неводу. «Нормальные» течения, как и их направления, восстанавливаются в разрезе на более близком расстоянии к крылу невода. Градиент между скоростью обтекания ловушки и скоростью течения в потоке на середине крыла за неводом в разрезе на расстоянии от крыла 400 м на промысловом неводе ЭН-2 от 0 до 0,05 м/с. Следует ожидать, что в разрезе на расстоянии 1000–1200 м, где замечено перераспределение скоплений рыб в полях скоростей течений на РПУ 8 и 15/2, циркуляция вод на этом расстоянии на РПУ 271 в зоне облова ЭН-2 более равномерна и приблизится к очертаниям берега.

Сравнивая градиенты течений между «нормальным» и возмущенным потоком на дальних

«подступах» к неводу ЭН-1 и ЭН-2 на РПУ 271, можно предположить, что именно изменение гидрологических параметров в сторону снижения его влияния на перераспределение скоплений рыб при подходе их в зону облова ЭН-2 сыграло положительную роль в сравнительных оценках его уловов с девятью контрольными неводами, выставленными на более уловистых опресненных участках залива Камчатский (табл. 1).

Но реореакции формируют поведение рыб не только в масштабе взаимодействия их с полем скоростей течений по внешнему контуру обтекания невода, но и в локальных зонах их взаимодействия с сетным полотном: у крыла невода, во дворе невода и садке. Здесь зрение объекта, подверженного реореакциям, должно быть рассмотрено в аспекте удерживающего влияния сетных полотен с целью исключения обьячеивания. При выборе конструкции этих элементов неводов проектант обязан учитывать механизмы дальней и ближней ориентации лососей, принимая во внимание физическую и механическую сущность их взаимодействия с орудием лова. Невод, оснащенный системой управления поведением рыб и ластоногих, должен быть в целом и в деталях подвержен реконструкции с учетом особенностей их поведения на каждом конкретном РПУ.

На РПУ 8 в 2014 г. удалось провести испытания ПАС, состоящей из ПИ «Лосось», ПИ «Дельфин», ПИ «Косатка» и ПИ «Пневмопушка». Все ПИ позволяли генерировать низкочастотные акустические сигналы и колебательную скорость на частотах сейсмического диапазона. На РПУ 8 наблюдалось сильное приливо-отливное течение (в утренние часы с юга на север, в дневное время с севера на юг), которое влияло на форму и технические параметры неводной установки. Выдувание сет-

Таблица 1. Сводка по вылову лососей (т) за 01.09.2016. Усть-Камчатск, МР
Table 1. Summary of salmon fishing for 01.09.2016 in Ust-Kamchatsk

Предприятие	РПУ	Нерка	Чавыча	Кета	Кижуч	Горбуша	Всего
ООО «Устькамчатрыба»	268	1554,24	34,340	511,34	49,080	5,740	1775,570
	270	1006,23	67,230	310,65	46,890	4,280	1474,700
	272	1042,22	37,240	384,56	56,340	6,700	1558,110
	274	1579,55	80,600	683,61	131,660	10,900	2558,110
ЗАО «Энергия»	269	879,556	106,269	416,777	24,812	15,159	1520,081
	276	1141,83	28,712	403,01	41,459	10,612	1661,741
ООО «Соболь»	271	1530,980	119,425	750,889	146,540	16,730	2600,746
ООО «Нечира»	273	1321,094	26,196	474,783	98,781	13,565	1975,525
ООО «Дельта Фиш»	277	346,720	14,159	734,556	66,431	22,242	1215,9090
ООО «Восток-рыба»	275	1149,985	31,270	448,235	90,600	8,970	1770,040

ного полотна вызывает сужение входного устья невода, что затрудняло заход рыбы в ловушку. Стрела прогиба крыла невода при перемещении водных масс на юг достигала величины 20–25 м. Но данный факт влиял на выход из зоны облова косяков горбуши по изгибу крыла мимо ловушки только тогда, когда накапливаемое у входа в ловушку плотное скопление распространялось непрерывным полем от ловушки до середины крыла, а его ширина была соизмерима с размером южной половины двора и садка-накопителя.

В горизонте от 0,5 до 3 м в месте установки невода скорость течения не превышала уровень 0,5–0,6 м/с, но в значительной мере воздействовала не только на конфигурацию сетного полотна крыла, но и на формирование эпюры скоростей течений в зоне облова. На участках подхода горбуши к неводу на расстоянии до 400–500 м от берега зафиксирован основной поток обтекания неводной установки со скоростями, значительно превышающими пороговые уровни реореакции. Этим обстоятельством можно интерпретировать поведение многих крупных косяков горбуши, обходивших зону облова невода мористее ловушки. Как показали наблюдения, значительная часть скоплений, находясь в зоне видимости на траверсе ближайшего мыса к югу от невода, выстраивалась лентой длиной до 1 км, шириной 70–100 м и

уходила на северо-восток на расстоянии 100–120 м мористее ловушки. Известно, что скопления пелагических рыб при достижении в стае плотности более критической ведут себя неадекватно стереотипу. Большие и плотные скопления лососей избегают условий, способствующих их чрезмерному уплотнению. Было замечено, что после задержки таких скоплений (0,5–1,0 час.) на дистанции 1000–1200 м от невода, где обнаруживается градиент скоростей течения в разрезе, достаточный для изменения направления движения рыб, они меняют его в обход невода-преграды. Один из таких фрагментов поведения горбуши, заснятый с возвышения у крыла невода, зафиксирован на рис. 8.

На РПУ 8 малые и средние косяки горбуши, как правило, сопровождалась ларгами из двух-трех голов, которые перемещались с морской стороны от скоплений рыб и синхронно движению рыб вели их вдоль берега к крылу невода. При подходе к крылу невода косяки горбуши первое время держались отдельно один от другого, но сливались в единое скопление после его разрастания под действием ПИ до размеров длиной $\frac{1}{2}$ – $\frac{1}{3}$ крыла. Отмечена организованная коллективная, как у дельфинов, охота ларг на горбушу. Их поведение напоминает целенаправленное акустическое воздействие дельфинов на рыб во время охо-

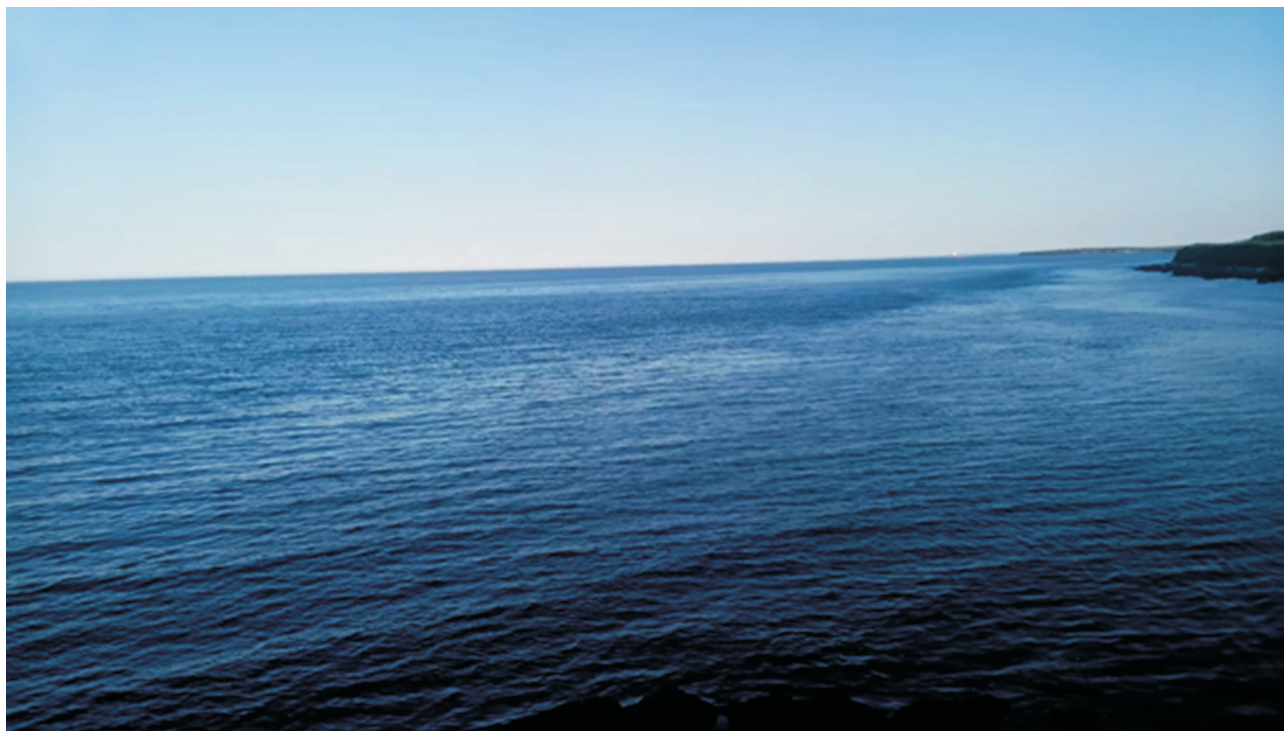


Рис. 8. Фрагмент движения с юга скопления горбуши в обход невода при северном течении

Fig. 8. Fragment of trajectory of pink salmon aggregation from the south bypassing the net at active current from the north

ты: окружение и охота по типу «карусель». Не исключено, что ларги ведут и удерживают рыбу у крыла с применением дистанционного физического воздействия. При отсутствии рыбаков на неводе ларга «пирует» на легко доступной для поимки рыбе в ловушках и садках-накопителях, «поедает» ту часть рыб, которая зашла в невод, оставляя на дне рыб в виде трупов с оторванными головами, травмированных укусами. Все эти факторы существенно влияли на устойчивость и эффективность лова горбуши на РПУ 8.

Первой была применена ПИ «Пневмопушка» для отпугивания ларг от ловушки невода. При этом был достигнут определённый эффект: ларги реагировали на излучатель уходом на расстояние около 100 м (безопасное расстояние силового энергетического воздействия). Отходя от крыла невода, ларги освобождали вход в ловушку, но через 15–20 минут после прекращения работы ПИ снова появлялись у крыла невода, препятствуя проходу горбуши в ловушку невода.

Следующий эксперимент был проведен, когда несколько косяков горбуши находилось на крыле невода, а у берега косяк горбуши удерживался ларгой (8 голов). Были задействованы ПИ «Пневмопушка», ПИ «Косатка» и ПИ «Дельфин». Запуск первой из них позволил отогнать ларг на расстояние

100–120 м от крыла невода. Запуск ПИ «Пневмопушка» и ПИ «Косатка» дал больший эффект отвода ларг на расстояние более 200 м. Запуск же ПИ «Косатка» и ПИ «Дельфин» позволил отвести ларг от невода за пределы видимости, и только через 1,5 часа две ларги появились вблизи берега у крыла. Они сопровождали очередной косяк горбуши, подошедший с юга в зону облова. Но коллективной «охоты» уже не наблюдалось. Отмечен первый заход горбуши в северную ловушку невода.

Предъявление сигналов пневмоизлучателей «Лосось», установленных на крыле невода в 70 м от входа в ловушку, однозначно вызывал ускорение направленного движения косяков горбуши к источнику, после попадания их в акустическую зону. Ускорение движения отмечено с дистанции более 500–700 м. У крыла невода движение заканчивалось вскипанием косяка на расстоянии 15–30 м от ПИ. Продолжительная работа ПИ «Лосось» в прерывистом режиме (5 мин излучение – 5 мин молчание) ведет к накоплению и образованию больших концентраций горбуши на крыле невода. Сформированные косяки горбуши долгое время держатся у крыла невода, не объединяясь в крупное скопление. Такой тип поведения многократно повторялся даже при южном течении, как это отмечено на рисунке 9.



Рис. 9. Фрагмент распределения рыб у крыла невода при работе ПИ (течение с юга на север). Три косяка сосредоточены вблизи ПИ
Fig. 9. Fragment of fish distribution near the wing of the net when operating Pneumatic emitter (the current from the south). Three shoals get aggregated near Pneumatic emitter

Ежедневно в утренние часы наблюдался один и тот же стереотип взаимодействия горбуши с ларгой: сопровождение косяков ларгой к неводу, удержание ее двумя-тремя ларгами у крыла (чаще вблизи берега). Многократные включения комплекса ПИ «Косатка–Дельфин», установленного у южного берегового буй ловушки, однозначно отгоняли ларг из ловушек и от крыла невода на продолжительное время. В дальнейшем был выбран режим их использования перед запуском ПИ «Лосось» для перегона горбуши в ловушку. Пятикратно в течение недели массового хода горбуши после 3–4-часового озвучивания акватории с помощью ПИ «Лосось» в зоне облова неводом образовывалось плотное скопления горбуши, оцениваемое опытными рыбаками в 70–80 и более тонн. Заход рыбы в ловушку был затруднен из-за малых размеров устьевой части входа в ловушку (6 м) и отсутствия открьлков. Стабильно повторялась одна и та же ситуация: накопление горбуши в зоне облова до образования критической плотности, смещение головной части скопления на юг вдоль ловушки в обход ее и уход всего скопления на север. Конструктивные недоработки входного устья ловушки неводной установки сказались на результативности лова и потере не менее 300 т реально облавливаемых обычным неводом концентраций горбуши. Примитивные попытки загона рыб в

ловушку шумом мотобота безрезультатны и, как правило, ускоряли уход рыбы из зоны облова.

Перенос двух ПИ «Лосось» на головной буй за морскую стенку ловушки дал возможность грубо, но имитировать бегущее поле перемещающейся горбуши. Был получен эффект отрыва от основного скопления на крыле невода мелких косячков и успешного завода их в ловушку через узкий вход, который при северном течении в еще большей мере уменьшался за счет выдувания крыла. Этот фрагмент принудительного завода горбуши в ловушку через узкую горловину входа зафиксирован на рисунке 10.

В 2016 г. на РПУ 7-Т были использованы ПИ «Лосось» и фиш-коллектор «FC-12». Поставлены сравнительные промысловые испытания комплекса средств для создания искусственной обстановки присутствия в зоне лова горбуши, косатки и белух. Ранние НИОКР и морские испытания опытных систем позволили предложить схему позиционирования приборов, поясняемую рис. 5. Испытано несколько вариаций их использования на неводе. С помощью фиш-коллектора «FC-12» (поз. 7) озвучивалась акватория мористее невода сигналами, сходными по спектрально-энергетическим характеристикам со звуками горбуши. Для этого в качестве формирователя электрических сигналов использован МРЗ-плеер с набором био-



Рис. 10. Фрагмент принудительного завода горбуши в ловушку
Fig. 10. Fragment of forcing pink salmon into the trap net

сигналов рыб. Поведение горбуши в ответ на воздействие сигналов, издаваемых через FC-12, регистрировалось по наблюдениям за всплесками одиночных рыб на поверхности облавливаемой акватории и по образованиям плотных скоплений у крыла невода.

Многократное повторение эксперимента по наблюдению за акваторией вблизи крыла невода с северо-восточной стороны при включении FC-12 устойчиво сопровождалось подходами в зону облова горбуши через 20 мин после начала посылки сигналов, имитирующих присутствие рыб в зоне облова. Как правило, скопление рыб у крыла невода разделялось на два-три, а иногда, четыре подвижных косяка. В большинстве случаев наблюдения показывают перемещение сформированных косяков вдоль крыла без заметной их общей организации. Чаще всего один косяк горбуши совершает перемещения между входом в ловушку и группой ПИ на крыле невода, а другие — в ближней к берегу зоне. При встрече они, не объединяясь, разворачиваются в обратную сторону. Только в одном из трех-пяти случаев подхода косяка к входу в ловушку небольшая часть его может продолжить движение в ловушку. Такие перемещения могут продолжаться от получаса до нескольких часов без массового захода рыбы в ловушку.

Механизм ориентационного поведения горбуши в поле акустического давления от FC-12 связан с его градиентом. Для формирования направленной реакции рыба должна получить информацию об изменении акустического давления в пространстве при смене дистанции до источника колебаний. Для этого ей необходимо сменить положение в акустическом поле относительно источника, чтобы определить в пространстве и времени величину и вектор давления. Ей необходимо множество оценок результата с позиций цели избирательного ответа на стимул на разных дистанциях. Латентный период каждой из таких реализаций цели растянут. Достижение главной цели — движение на источник в пространстве РПУ — состоит из множества таких промежуточных реализаций цели. Этой особенностью рецепторной деятельности рыб можно объяснить задержку ориентационного поведения горбуши в акустическом поле.

Дальнейший эксперимент по оценке функциональной ответственности манипуляторов комплекса ПАС-ЭДП за привлечение и направленное пере-

мещение косяков горбуши к крылу невода выполнен при последовательном включении FC-12 (в течение 5 мин), ПИ (в течение 5 мин), а затем периоде «молчания» излучателей в течение 5 мин. Наблюдение однозначно показывало увеличение всплесков горбуши вначале на подходах ее с северной и северо-восточной части облавливаемого пространства, а затем образование скоплений у крыла невода. После трех-четырех таких серий с предъявлением сначала сигналов в звуковом диапазоне (FC-12), а затем — в низкочастотном звуковом и инфразвуковом диапазоне (ПИ) в ближней зоне к ПИ «Лосось» образовывалось скопление горбуши, постепенно увеличиваемое в размерах и плотности, с последующим образованием на крыле невода трех-четырех сформированных косяков.

Регистрация входа горбуши в ловушку и выхода из нее проводилась с помощью видеокамеры (рис. 5, поз. 8), обеспеченной регистратором времени с точностью до секунды. Это позволило зафиксировать фрагменты захода и выхода горбуши из ловушки синхронно с запуском-отключением приборов FC-12 и ПИ, осуществляемым по мобильной связи. Обстановка в зоне захода рыбы в ловушку невода регистрировалась в четкой увязке с режимом работы FC-12 и ПИ: 5–6 мин работает FC-12, затем 5–6 мин ПИ и т. д. Анализ таблиц регистрации фрагментов поведения выявил следующую закономерность: из 27 кадров видеосъемки 16 фиксируют заход плотных косяков рыбы в ловушку при работающем FC-12 и 11 — выход одиночных рыб при работающих ПИ на крыле невода. Только один фрагмент выхода нескольких рыб был отмечен при включенной FC-12, который можно отнести к случайному.

Данный эксперимент говорит о том, что работа ПИ в комплексе с FC-12 дает более высокий эффект воздействия на кинематическое и направленное поведение горбуши за пределами ловушки, что обнадеживает в решении задачи увеличения уловистости малых по размерам неводов. Но если в ловушке, где выход из нее чрезвычайно затруднен под влиянием внутренних открьлков, горбуша достигает цели в ее стремлении к ПИ на крыле невода, пусть даже на примере одиночных особей, можно считать силу направленного воздействия ПИ на поведение горбуши достаточно высокой, чтобы решать задачу перегона рыбы от крыла в ловушку и из ловушки в садки накопители через лейки.

Представляет интерес также эксперимент, проведенный в период массового хода горбуши с применением керамического ЭДП с формирователем сигналов рыб от МРЗ-плеера, выставленный со шлюпки на головном буйе (рис. 5, поз. 5) и ПИ «Лосось» (рис. 5, поз. 4) на крыле невода. Наблюдения за поведением горбуши, активно перемещающейся в пространстве между берегом и ловушкой, осуществлялось визуально с берега, а в ловушке невода — со шлюпки. Режим включения-отключения излучателей подбирался в зависимости от поведения горбуши на крыле невода. Команда на включения ЭДП и ПИ поступала через мобильную радиосвязь. Результат характеризуется следующими показателями. После первого запуска ЭДП через 1,5–2 мин начался заход рыбы небольшими косяками в ловушку. Далее при приближении косяков от берега к середине крыла осуществлялось выключение ПИ и включение ЭДП. Это способствовало заходу более плотных косяков рыб в ловушку через 1,5–2 мин после включения ЭДП. После второй серии предъявлений сигналов скопление горбуши на крыле уменьшилось вдвое, после третьего и четвертого — отмечался заход в ловушку последнего косяка. На протяжении всего эксперимента в ловушке невода наблюдался непрерывающийся проход горбуши через лейку в садок. Более четкую направленную реакцию горбуши на сигналы от керамического преобразователя с укороченным латентным периодом можно объяснить влиянием крыла на выбор направления движения к источнику.

На третьей–четвертой серии таких чередований работы ПИ и ЭДП у крыла невода появлялся вначале один плотный косяк рыб, затем через 3–5 мин — второй. Через 10–15 мин работы ЭДП-ПАС на крыле невода снова формировывалось три–четыре отдельных косяка, активно перемещающихся вдоль крыла. В течение 3–4 часов работы системы в таком режиме невод был заполнен горбушей до полной его вместимости (около 50–60 т). В поддержку факта о суммации рефлексов, повышении реактивности и растянутом во времени действии системы в постэкспериментальный (ретенционный) период следует отметить, что все эксперименты с комплексом ЭДП-ПАС, как правило, завершались подобными образованиями скоплений и поведением рыб вблизи невода. Эксперименты проводились при ручном управлении режимом работы манипуляторов воздействия на

рыб, но каждый из экспериментов сопровождался ретенционным периодом воздействия, и данный факт повлиял на общий сравнительный результат лова.

На период работы невода в условиях разреженных подходов горбуши и сравнительной оценки уловов с другими неводами ПИ «Лосось» были перенесены на центральный буй за ловушку невода (рис. 5, поз. 5), и продолжена их работа в комбинации с FC-12. Наблюдения в садке после переноса ПАС на головной буй показали, что при включенных ПИ зашедшая в ловушку горбуша концентрируется у ее морской стенки головой в сторону излучателей. В целом фрагментарные наблюдения на экспериментальном неводе подтвердили целесообразность дальнейших исследований по использованию ПАС не только в качестве средства направления косяков лососей к крылу невода, но и для выполнения функции захода их в ловушку и перегона рыб из двора в садки. На уловистость неводов малых размеров в период массового хода лососей может повлиять образование больших и плотных скоплений на крыле невода при использовании комплекса ЭДП-ПАС. При достижении критической плотности рыб может наблюдаться эффект «запирания» прохода рыб в ловушку (примером может служить эксперимент на РПУ 8). Поэтому использование возможности своевременного перевода искусственных концентраций рыб с крыла в ловушку и из ловушки в садки-накопители следует считать одним из преимуществ при использовании малых по размерам неводов.

Постановка эксперимента по оценке эффекта воздействия искусственных сигналов косатки и белух, излучаемых прибором FC-12, показала следующее. В ситуации, когда на крыле невода находилось три скопления горбуши и четыре нерпы (три — вблизи ловушки и одна у берега), излучение с помощью FC-12 сигналов косатки и белух не подтвердило ожиданий панического бегства ластоногих из зоны, как это было замечено в зал. Корфа у сивучей, спасавшихся «паническим бегством» при включении на неводе ПИ «Дельфин» (Кузнецов, 2004). Одна из нерп сразу после включения FC-12 проявила «любопытство», наблюдая с расстояния 40 м за поверхностью акватории в месте установки FC-12 в течение 20–30 с. Остальные исчезли из зоны наблюдений. Но через две минуты все они были замечены в 500 м мористее ловушки, покидающими район работ, и в течение

всего времени эксперимента нерпы (как и сивучи в раннем эксперименте) на акватории вблизи места работ не появлялись.

Неожиданно активно на сигналы китов отреагировала горбуша на крыле невода: один косяк рыбы на большой скорости ушел к заходу в невод, другие два — к берегу, где смешались в единое кипящее на поверхности «месиво рыб». Рыба успокоилась и ушла от берега вдоль крыла невода через пять минут после прекращения подачи сигналов китов. Аналогичная реакция уходом к берегу лососей наблюдается в лимане реки Амур и других нерестовых рек при взаимодействии с белухами. Данный поведенческий феномен может также, как и привлекающие воздействия от ЭДП-ПАС, иметь практическое значение на промысле, например, амурскими заездками и малыми орудиями лова в других районах промысла лососей. Можно ожидать также, что привлечение с больших расстояний рыб и возможность принудительного завода их в залавливающие устройства могут способствовать освоению промысла лососей на удаленных от берега участках ИЭЗ в альтернативу запрещенному дрейфтерному лову тихоокеанских лососей.

Одновременно с фрагментарными наблюдениями и обобщениями в данном эксперименте проведена оценка сравнительного результата по вылову горбуши экспериментальным и четырьмя контрольными неводами. По сравнению с экспериментальным все промысловые невода конструкции 106×22,5×12 имеют увеличенные размеры, которые характеризуются следующими соотношениями: крылья промысловых неводов 250 м, т. е. больше чем у экспериментального в 1,4 раза, длина ловушки — в 1,2, ее ширина в месте захода рыбы — в 1,13, высота — в 1,2, что обеспечивает превышение вместимости залавливающей части невода в 1,7 раза. Таким образом, увеличенные размеры зоны облова (в 1,4 раза) и вместимости улова (в 1,7 раз) дает большие преимущества контрольным неводам как в период массового хода лососей, так и в период разреженных их подходов на РПУ. Тем не менее, сравнительный вылов экспериментальным и контрольными неводами в период массового хода и разреженных подходов горбуши с 1.07 по 8.08.2016 говорит в пользу экспериментального.

Общий вылов пятью неводами за сравниваемый период промысла составил 2254,7 т горбуши. Из него на экспериментальный невод приходится

592 т, а средний вылов на контрольные невода — 415,67 т. Таким образом, производительность лова экспериментальным неводом выше, чем у контрольных неводов, в 1,42 раза. Отсюда следует вывод, что в удельном соотношении улов с единицы площади облова малым по размерам неводом, оснащенным системой манипуляторов ПАС-ЭДП, больше этого показателя у традиционных установок почти в два раза ($1,4 \times 1,42 = 1,99$). В период разреженных подходов лососей на РПУ 19.07–08.08 контрольными неводами выловлено в среднем на промысловую единицу 152,6 т, экспериментальным же неводом — 204,32 т. И в этот период лова малый экспериментальный невод по показателям производительности вылова оказался больше, чем крупные невода, в 1,34 раза.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Когда раскрыта сущность мотивационного поведения гидробионтов в критических зонах лова, проще объяснить сбои устойчивости процесса лова. А если в руках проектировщика и рыбака адекватная динамике лова модель оценки кинематического и ориентационного поведения лососей и эффективные манипуляторы воздействия на процесс, они могут адекватно и своевременно реагировать на любые вызовы природного и техногенного характера. Причины застоя в техническом развитии и экстенсивного наращивания мощностей на промысле лососей следует отнести к действующей теории рыболовства с ее стохастическими моделями технической доступности биоресурса (Кадильников, 2001). В работе сделана попытка использовать в качестве критерия оценки уловистости и эффективности лова промысловую доступность, которая определяется биотехнологическими показателями реального промысла (Кузнецов, 2014). В такой эмпирической постановке нужны бионические методы и средства для толкования процесса взаимодействия объекта лова с техническими системами. С их помощью можно расширить возможности анализа критических ситуаций на промысле, а для лиц, принимающих решения, предоставить действенные рычаги регулирования процессов лова. Авторы исследования надеются, что на примере заимствования опыта живой природы им удалось обнаружить важный феномен для прототипирования, объяснить биологический механизм, сформулировать задачи синтеза биотехнической системы процесса лова,

макетировать ответственные за устойчивость лова манипуляторы и проверить в действии для успешной коммерциализации их на реальном промысле тихоокеанских лососей.

Организации, использующие проблемные РПУ и желающие получить от них максимальную отдачу, могут стать партнером участника базового проекта «Пневмон-1» ИЦ «Сколково», дорожной картой которого предусмотрена коммерциализация научных заделов с использованием его ключевых предпочтений инновационного развития. В проекте предусматривается создание робототехники для решения и частных задач, и/или биотехнологии устойчивого промысла лососей в целом. Каждый РПУ имеет свои особенности, анализ которых позволит объективно оценить проблемы, корректно поставить проектные задачи и сформулировать техническое задание на реализацию проекта с минимальным риском для пользователя биоресурса. В любой предпроектной проработке биотехнологий лова будет заложен методический аспект, исключающий сбои на этапе проектирования и эксплуатации промысловой робототехники. Существующий опыт отношений между наукой и рыбодобывающими организациями высвечивает множество просчетов в области инженерной психологии. Общеизвестно, что упрощения в технических системах оправданы их надежностью. Но в рыбопромысловых системах, где задействована живая среда, любые упрощения чреваты высоким уровнем энтропии (неопределенности), а, следовательно, и низкой устойчивостью процессов. Этим грешит теория рыболовства, этот же алгоритм работает, когда берутся за промысловые проекты недобросовестные разработчики из смежных отраслей знаний, примеряя избитые идеи к сложным динамичным процессам рыболовства. В промысловой биогидроакустике таких примеров сведения сложных явлений к чисто механистическим представлениям о процессе лова множество. Такое пренебрежение к методам единения биологических и технических элементов в научной продукции ведет к малой пригодности ее для промысла

и, следовательно, к снижению доверия бизнеса к науке. Предлагаемая рыбным специалистам статья в определенной степени рассчитана на ускорение смены действующей парадигмы и на принятие наукой и бизнесом концепта процессного развития рыболовства.

На наш взгляд, биофизическая сущность подхода к формированию природоподобных биотехнологий на рыбных промыслах поможет преодолеть устоявшуюся традицию экстенсивного развития техники промысла лососей. Предложенные научные предпосылки послужат идейной основой для целого ряда проектных решений и внедрения передовых биотехнологий с использованием одного из государственных институтов развития инновационного бизнеса ИЦ «Сколково».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Анохин П.К.* 1973. Принципиальные вопросы общей теории функциональных систем // Принципы системной организации функций. М.: Наука. С. 5–61.
- Кадильников Ю.В.* 2001. Вероятностно-статистическая теория рыболовных систем и технической доступности для них водных биоресурсов. Калининград: АтлантНИРО. 277 с.
- Кикот А.В., Бояринова Н.А.* 2012. Характеристика скоростей течений в морях и реках рыбопромысловых районов Российской Федерации // Состояние и перспективы развития водохозяйственного комплекса региона / Сб. науч. тр. КГТУ. Калининград: ФГОУ ВПО «КГТУ». С. 62–67.
- Кузнецов Ю.А.* 2004. Обоснование и разработка методов и средств промысловой биоакустики. Дис. ... д-ра техн. наук. Владивосток: Дальрыбвтуз. 408 с.
- Кузнецов Ю.А.* 2014. Критика энтропии действующих подходов при постановке биоэкономических задач устойчивого рыболовства // Рыбное хозяйство. № 1. С. 26–30.
- Мельников В.Н., Лукашев В.Н.* 1981. Техника промышленного рыболовства. М.: Лег. и пищ. пром-ть. 311 с.
- Протасов В.Р.* 1965. Биоакустика рыб. М.: Наука. 207 с.