

III. ПРОМЫШЛЕННОЕ РЫБОЛОВСТВО. АКУСТИКА

УДК 576.895

О ВЛИЯНИИ ИНТЕНСИВНЫХ ГИДРОАКУСТИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ НА ИХТИОФАУНУ

**С.А. Бахарев, А.В. Карасев, В.В. Карасев, Ю.И. Рудченко,
Дальрыбвтуз, Владивосток**

Рассматриваются возможные источники экологического воздействия на ихтиофауну и пути уменьшения их вредного влияния.

Берингово и Охотское моря, а также шельф полуострова Камчатка являются не только районами оперативной ответственности Тихоокеанского флота, но и важнейшими районами промысла Российской Федерации. Здесь обитают оседлые виды рыб и беспозвоночных, а также приходят на нерест лососевые.

В этой связи большой практический интерес представляют некоторые результаты исследований по изучению влияния вооружения и военной техники ВМФ на морские биологические объекты (МБО), условная классификация которых и место в биологическом мониторинге среды показаны на рис. 1.

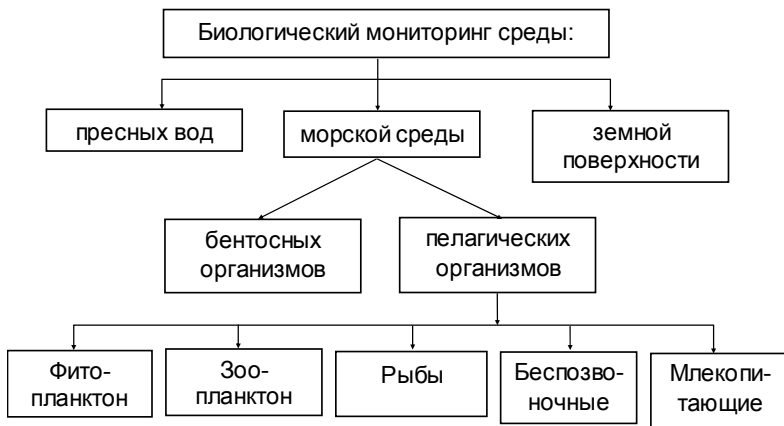


Рис. 1. Классификация объектов воздействия

Анализируя данные, представленные на рис. 1, следует заметить, что основные промысловые виды рыб и беспозвоночные (крабы, кре-

ветки и др.) не совершают протяженных миграций, а перемещаются в весенне-летние месяцы на мелководье, а в зимние – на глубину. Таким образом, в силу биологических особенностей они не могут без ущерба для себя покинуть данную морскую акваторию при неблагоприятных внешних воздействиях.

Рассматривая экологическую систему полуострова Камчатка, необходимо учитывать и другие виды МБО, благодаря жизнедеятельности которых поддерживается биологическое равновесие в данном географическом районе.

Важнейшим звеном этой системы являются кормовые объекты рыб и беспозвоночных: моллюски, черви и др. В связи с тем, что молодь почти всех рыб откармливается преимущественно планктонными ракообразными, а многие виды рыб вообще планктоноядные, то при неблагоприятном воздействии на кормовую базу можно прогнозировать существенное уменьшение запасов промысловых видов МБО.

Способность рыб и беспозвоночных активно реагировать на гидроакустические сигналы достаточно подробно исследована многими авторами [1, 2]. Отмечено, что звук можно успешно использовать в промышленном рыболовстве как для приманивания, так и для отпугивания МБО от технических средств.

На рис. 2 представлена условная классификация источников отрицательного воздействия на окружающую природную среду и МБО, проведенная авторами [3].



Рис. 2. Условная классификация источников воздействия на окружающую среду

Исследования, проведенные Камчатским гидрофизическим институтом, показывают, что интенсивное судоходство и торпедные стрельбы в Авачинском заливе являются постоянным стрессовым фактором для рыб и беспозвоночных, адаптации к которому у МБО не происходит [4]. Авторы данной работы подчеркивают, что во время использования стационарного гидроакустического комплекса (СГАК) «Днестр» наблюдали значительное разрежение стай трески и минтая, при этом появлялись диффузные скопления МБО, которые не поддавались облову. В то же время рыбопромысловое судно «Аплыч» взяло на борт 20 т минтая в районе, который на протяжении многих лет считался малоуловистым. Кроме того, в этот период наблюдались несанкционированный подъем и концентрации вблизи поверхности моря зоопланктона и других кормовых объектов МБО.

Неоднократно отмечалось, что промысловая обстановка на восточном побережье п-ова Камчатка с каждым годом ухудшается: рыба покидает места традиционного нагула и т.д. Так, например, в октябре 1994 г. треску ловили в районе с глубинами 60-80 м, хотя обычно она в это время уже уходит на зимовку значительно дальше от берега и на большие глубины [4].

Наблюдения за поведением рыб во время проведения сейсморазведочных работ показали, что они стараются покинуть зону мощного низкочастотного (НЧ) воздействия гидродинамических и акустических полей. Анализ последствий проведения подобных работ в Северном море показал, что на площади 2,0 x 2,5 мили численность рыб после окончания работ снизилась на 40 %, при этом уровень звукового давления на глубине 100 м составлял 236 дБ относительно порогового уровня 1 мкПа [5].

Авторы этой работы провели условное ранжирование вооружения и военной техники ВМФ по степени реальной и потенциальной опасности для морских биологических объектов (МБО) и человека. При этом установлено, что в случае излучения гидродинамических или гидроакустических волн в диапазоне частот от 0,3 до 5,0 кГц можно выделить следующие виды их последствий:

- уничтожение МБО в радиусе до 200 м от источника, если амплитуда звукового давления составляет величину выше $1,5 \times 10^6$ Па;
- повреждение внутренних органов МБО, содержащих воздушные полости, если указанный выше параметр находится в пределах $4-5 \times 10^5 - 10^6$ Па;
- отпугивание МБО от источника излучения сигналов, если указанный выше параметр составляет величину $4-5 \times 10^4 \div 4-5 \times 10^5$ Па;
- вытеснение МБО из районов их традиционного обитания, если указанный выше параметр находится в пределах $10^3 \div 10^4$ Па;
- воздействие на информационный канал МБО, если указанный выше параметр составляет величину $10^2 \div 10^3$ Па.

Однако, по мнению авторов [3, 5], наибольшую потенциальную опасность несут относительно слабые ($10^4 - 10^5$ Па) низкочастотные гид-

роакустические поля, которые непосредственно не поражают МБО, но из-за длительного и постоянного своего воздействия способны привести к существенному изменению биологического равновесия на обширной морской акватории. В частности, МБО могут покинуть обычные районы питания и нереста, отклониться от привычных миграционных путей и т.д.

Таким образом, перед разработчиками вооружения и военной техники ВМФ стоит актуальная задача – уменьшить их экологическую нагрузку на окружающую природную среду и МБО. Частично проблема может быть решена уже в настоящее время следующими путями:

- ограничением длительного использования стационарных ГАС, обладающих высоким энергетическим потенциалом;

- использованием активных режимов работы ГАС на подвижных носителях только в составе разнородных противолодочных сил, обеспечивающих наибольшую эффективность поиска морских целей;

- приоритетом при применении военной техники комплексного использования пассивных акустических и неакустических средств при поиске ПЛ;

- разработкой нетрадиционных методов обнаружения объектов поиска, в частности, метода гидролокации на просвет (ГЛНП).

Однако следует заметить, что дальнейшее увеличение энергетического потенциала ГАС за счет увеличения мощности излучения НЧ гидроакустических средств и пространственного развития антенных устройств бесперспективно, так как сама водная среда (из-за нелинейных свойств) ограничивает мощность передаваемой акустической энергии [3].

Проведенные исследования показывают, что при реализации метода ГЛНП приведенные уровни излучения сигналов подсветки не превышают значений 10^3 Па, что существенно (на 2-3 порядка) ниже уровней сигналов существующих активных СГАК [3]. С этой точки зрения использование ГЛНП экологически безопасно по сравнению с традиционными активными режимами обнаружения морских целей. Кроме того, использование ГЛНП позволяет с высокой достоверностью, без ущерба окружающей природной среде, определить скопление биологических объектов, что немаловажно для народного хозяйства [3, 4].

В этой связи разработка новых, нетрадиционных методов обнаружения объектов поиска, в частности, метода гидролокации на просвет, является наиболее эффективным направлением уменьшения отрицательного влияния гидроакустических полей на окружающую природную среду и МБО.

Библиографический список

1. *Протасов В.Р.* Поведение рыб: Механизмы ориентации рыб и их использование в рыболовстве. М.: Пищпромиздат, 1978.

2. *Трусканов М.Д.* Использование звуковых полей в промышленном рыболовстве / Вопросы промысловой гидроакустики. М.: Пищпромиздат, 1981.

3. Бахарев С.А. и др. Обоснование концепции экологического обеспечения ВМФ как составной части экологического обеспечения Вооруженных Сил РФ: Отчет о НИР «Возглас». Владивосток: В/ч 90720, 1997.

4. Исследование возможного воздействия на окружающую природную среду разрабатываемых ГАС: Аналитический обзор. Вилючинск: КГФИ, 1995.

5. О влиянии низкочастотных акустических полей на поведение беспозвоночных и рыб: Аналитический обзор по НИР «Цилиндр». М.: ИО РАН, 1992.

УДК 534.883:639.2.081.9

О ВОЗМОЖНОСТИ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ТРАЛОВОГО ЛОВА БЫСТРЫХ ПЕЛАГИЧЕСКИХ РЫБ В ЮВТО С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПНЕВМОАКУСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

М.Ю. Кузнецов, ТИНРО-центр, Владивосток

Рассматриваются особенности поведения и возможности интенсификации тралового промысла быстрых пелагических рыб (ставриды, скумбрии, сардины, сельди) с использованием системы снижения шумов судна и буксируемой дистанционно-управляемой пневмоакустической системы, имитирующей сигналы хищных китообразных.

В настоящее время задача интенсификации тралового лова быстрых пелагических рыб приобретает особую актуальность в связи с предстоящим возобновлением отечественного экспедиционного промысла в открытых районах Тихого океана. Напряженное состояние сырьевой базы исключительной экономической зоны России, реальная угроза утраты традиционных районов промысла в открытой части Мирового океана и в иностранных зонах прибрежных государств ставит задачу возврата, сохранения и расширения присутствия российского рыболовного флота в этих промысловых районах в число национальных приоритетов. Одним из наиболее перспективных районов в данном отношении остаётся южная часть Тихого океана, точнее, юго-восточная его часть (ЮВТО).

Основным объектом лова в этом районе является ставрида *Trachurus murphyi*. Ее высокую численность и доминирование в указанных водах определяют благоприятные для нагула и размножения условия в течение всего года и чрезвычайно широкий ареал обитания – от придонных вод шельфа Перу и Чили до пелагиали открытой части океана далеко за пределами экономических зон. Кроме ставриды в ЮВТО в промысловых количествах встречается скумбрия *Scomber japonicus* и сардина *Sardinops sagax*.

Ставрида, скумбрия и сардина по своему поведению – стайные рыбы. Они способны рассеиваться на больших акваториях и быстро собираться в стаи и плотные скопления, обладая чувствительными органами восприятия и дальней ориентации.

Ставрида совершает значительные вертикальные миграции в течение суток. В дневное время суток локальные промысловые скопления ставриды фиксируются эхолотом в виде разрозненных плотных косяков или связанных групп косяков в форме «каленвал» (рис. 1, А) в диапазоне глубин до 250 м, с преобладанием в ясные (солнечные) дни на глубинах 120-180 м, в пасмурные – на глубинах 50-80 м [1].

В вечерние сумерки ставрида вместе с кормовыми организмами совершает вертикальные миграции в приповерхностные горизонты и ночью располагается на глубинах 10-80 м с преобладанием в слое толщиной до 50 м (75 %). При этом локальные скопления ставриды рассеиваются и состоят из отдельных небольших косячков или групп рыб, расположенных близко друг к другу. Скопления фиксируются на эхолоте в виде сплошных «лент» или «столбов» с более плотной концентрацией биомассы (рис. 1, Б).

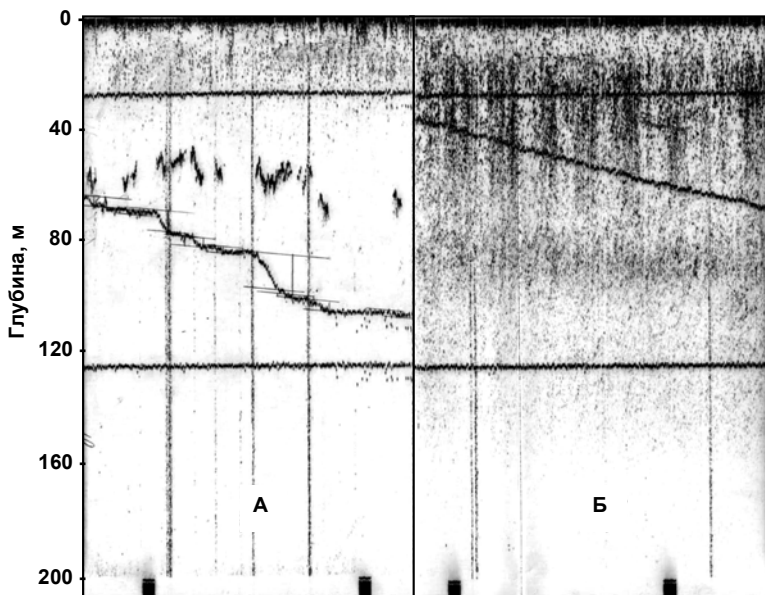


Рис. 1. Фрагменты эхозаписей ставриды в ЮВТО (НПС «Пионер Николаева», 1988 г.): А – день; Б – ночь

Особенности поведения стайных пелагических рыб (ставриды, скумбрии и сардины) в ЮВТО таковы, что при проходе промыслового

судна над скоплением рыб за кормой судна трал зачастую цедит «чистую воду». Исследования, проведенные с помощью гидролокатора кругового обзора, показали, что пелагические объекты, обитающие в этом районе, проявляют повышенную отрицательную реакцию (реакцию избегания) на приближающееся судно [1, 5]. При этом можно выделить наиболее характерные особенности поведения стайных пелагических рыб относительно судна на примере ставриды как наиболее распространенного в ЮВТО вида рыб.

Четкость оборонительной реакции и скорость перемещения стай ставриды зависит как от глубины их обитания, так и от характера распределения рыб, т.е. от времени суток.

В ночное время ставрида, сардина и скумбрия в районе ЮВТО обычно образуют смешанные скопления в приповерхностных горизонтах, где активно питаются. Скопления, состоящие из большого количества мелких стай и отдельных групп, обитающих сравнительно равномерно в слое 10-50 м, слабо реагируют на судно с тралом и почти не изменяют горизонт своего обитания при его приближении.

Наблюдается сравнительно небольшое заглубление стай (на 10-15 м), но структура распределения скоплений практически не изменяется. Ночные скопления ставриды, состоящие из отдельных стай более крупного размера, ведут себя заметно активнее и при приближении судна с тралом часто заглубляются на 20-25 м.

В дневное время двигательная активность рыб значительно выше, нежели в ночное. Скопления ставриды, состоящие из более плотных и редких стай, проявляют четкую оборонительную реакцию на судно. Причем, чем выше находится стая, тем активнее она реагирует на судно. Косяки, обитающие в верхних слоях воды (до 100 м), как правило, стараются отойти в сторону от курса движения судна. У рыб, расположенных на более глубоких горизонтах, оборонительная реакция чаще проявляется в их заглублении. В дневное время такие стаи, находящиеся даже на глубинах 150-200 м, отчетливо реагируют на судно.

При приближении судна с тралом в дневное время стаи проявляют на него отрицательную реакцию примерно с дистанции 250-300 м. Косяки рыб довольно быстро перемещаются от него в сторону, развивая скорости от 0,16 до 2,70 м/с (в среднем 1,06 м/с). Вертикальные составляющие скорости заглубления стай при приближении судна составляли от 0,11 до 0,57 м/с (в среднем 0,31 м/с). Обычно дистанция обхода судна косяками рыб не превышает 150 м [1].

Подвижность ставриды и степень проявления реакции на раздражитель в значительной степени зависит от ее физиологического состояния. У нагульной ставриды обычно наблюдается сильная реакция на судно, выражающаяся в резком уходе в сторону и вниз. У нерестовой ставриды эти реакции выражены значительно слабее.

Таким образом, пелагические рыбы в ЮВТО воспринимают тралящее судно как сильный раздражитель. Вполне допустимо, что у стайных пелагических рыб в процессе лова вырабатывается оборонительный

условный рефлекс на судно с тралом. Видимо по этой причине, а также из-за снижения общего запаса ВБР и соответственно плотности промысловых скоплений с каждым годом рыбы, обитающие в этих районах промысла, становятся более подвижны и пугливы, что осложняет процесс их лова. Так, в первые годы освоения промысла в ЮВТО рыбопромысловые суда типа БМРТ на скоростях траления 2,2-2,3 м/с с тралами с вертикальным раскрытием устья 40-45 м эффективно облавливали скопления ставриды. Через 3-4 года суда этого типа оказались маломощными для ведения промысла в этом районе [25]. В настоящее время эффективный облов ставриды возможен лишь на скоростях буксировки трала не менее 3 м/с, что не всегда удается даже на судах типа РТМС.

В силу вышеизложенного ставится задача направления рыбных косяков, обтекающих промысловое судно, в зону действия траловой системы без увеличения тягово-скоростных характеристик судна и габаритов трала.

Применительно к траловому промыслу разработана буксируемая дистанционно-управляемая пневмоакустическая система (далее «БДУ-система»), предназначенная для направления и концентрации в зоне облова трала скоплений рыб, находящихся за зоной действия траловых досок или в шумовом поле судна [4].

Система состоит из двух идентичных буксируемых устройств, содержащих два ПИ-имитатора сигналов хищных китообразных, ресивер и исполнительное устройство, подающее сжатый воздух к излучателям. Буксировка и запуск устройств осуществляется по кабель-тросу с борта судна.

БДУ-система создает в пространстве между судном и тралом акустическое поле, имитирующее акустическое поведение движущейся группы хищных китообразных во время охоты на рыб. Поскольку технические возможности БДУ не позволяют отводить буксируемые устройства более чем на 130 м от судна, целесообразно использование БДУ-системы совместно со средствами снижения уровня подводного шума, известными как системы снижения шумов (ССШ) рыбопромыслового судна [2].

ССШ предназначена для уменьшения зоны влияния акустического поля судна на поведение рыб и снижения, таким образом, потерь уловов, связанных с отпугиванием рыб от судна.

Действие ССШ основано на создании вокруг судна воздушно-пузырьковой завесы, эффективно поглощающей звуковую энергию судна [2]. При этом наблюдается значительное снижение уровня частотных составляющих спектра шумов рыбопромыслового судна в диапазоне слуха рыб и сокращение, таким образом, зоны избежательной реакции объекта лова.

ССШ позволяет нейтрализовать акустически «яркие» подводные участки рыбопромыслового судна и снизить уровни шума, излучаемого в области слуха рыб, в 3-5 раз. На рис. 2 приведена диаграмма акустического поля судна СРТМ-800, использующего ССШ (правый борт), и того же судна без системы (левый борт). Судно представлено точечным источником, и уровни в дБ относительно 1 Па приведены к расстоянию 1 м от источника. Разница акустических портретов правого и левого бортов очевидна.

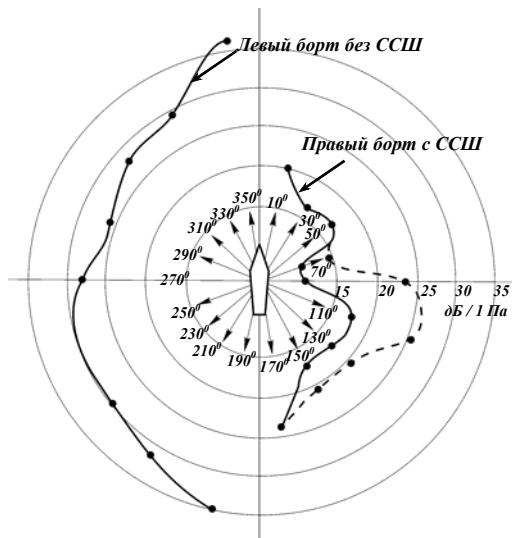


Рис. 2. Эффекты снижения шумов судна, реализуемые ССШ (пространственное распределение интегральных уровней шумов судна в диапазоне частот 60-1200 Гц)

Использование ССШ сокращает зону отпугивающего влияния акустического поля промыслового судна со 150-200 м до 30-50 м и позволяет значительно увеличить эффективность использования БДУ-системы, особенно на траловом лове быстрых пелагических рыб. Например, требуемая дальность действия БДУ 100 м с ССШ может быть получена уже при $P_c = 20-25$ Па. Снижение мощности излучаемых сигналов позволяет значительно снизить расход сжатого воздуха и увеличить время непрерывной работы БДУ без зарядки ресиверов отводителей сжатым воздухом.

На траловом промысле систему БДУ рекомендуется применять совместно с судовым гидролокатором кругового обзора, рыбопоисковым эхолотом и прибором контроля орудия лова, позволяющими осуществлять одновременно поиск рыбы и контроль положения косяков перед судном, под судном и вокруг судна, в пространстве между судном и тралом и в самом трале, т.е. оценить уровень реакции рыб на шумы судна и направление движения косяков при воздействии БДУ.

Схема использования системы БДУ на траловом лове быстрых пелагических рыб показана на рис. 3.

После постановки орудия лова устройства БДУ выводят за борт и вытравливают кабель-трос. Одновременно включают ССШ судна. Угол отклонения и глубина погружения БДУ регулируется величиной угла атаки отводящих планеров и механизма управления ходом по глубине (давления воздуха в рабочей камере). Характер скопления рыб впереди по ходу судна и вокруг судна контролируется рыбопоисковым гидролокатором кругового обзора.

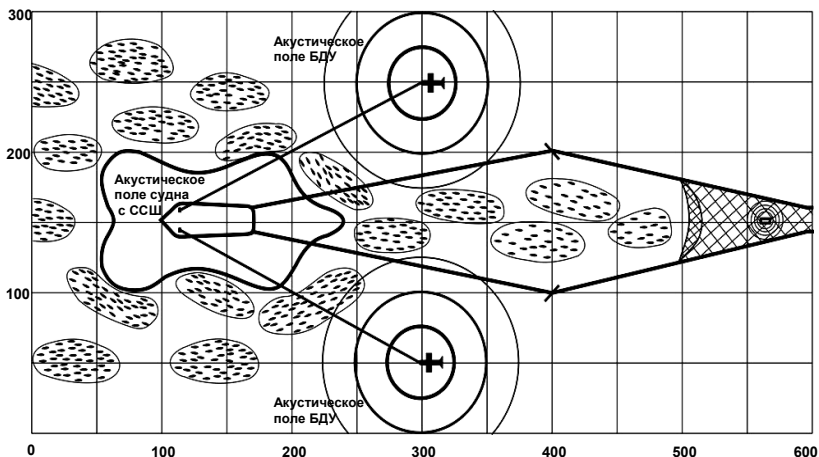


Рис. 3. Схема применения системы БДУ на траловом лове быстрых пелагических рыб

При обнаружении косяков рыб за пределами зоны облова тралового комплекса или при наплывании судна на скопления рыб, сопровождающимся их обтеканием шумового поля судна (см. рис. 3) с пульта управления БДУ по кабель-тросу подается управляющий сигнал, производящий запуск ПИ БДУ и излучение в воду серии мощных частотно-модулированных сигналов, сходных с биологическими сигналами дельфинов во время охоты на рыб [4]. Защитная реакция подвижных косяков рыб на акустические сигналы хищных китообразных, излучаемые в диапазоне слуха рыб, сопровождается уходом рыб от источника и уплотнением стай [3, 4].

Приближение буксируемых устройств с включенными ПИ вызывает у пелагических рыб адекватную двигательную реакцию стремлением покинуть опасную зону. В результате косяки рыб, находящиеся между устройствами БДУ, перемещаются в направлении от источника излучения к диаметральной плоскости движения судна, где попадают в зону облова трала. Такой принцип облова быстрых пелагических рыб имеет определенное сходство с механизмом группового поведения и взаимодействия хищных китообразных во время охоты на рыб [4].

Заход рыбы в трал контролируется с помощью тралового зонда. Перед выборкой трала устройства БДУ поднимают на борт судна для подзарядки ресиверов отводителей сжатым воздухом и профилактического осмотра.

Библиографический список

1. Коротков В.К. Реакции рыб на трал, технология их лова. Калининград: МАРИНПО, 1998. 398 с.

2. Кузнецов Ю.А. Способ снижения шумов, производимых рыбопромысловым судном // Авт. свид. № 302276 СССР, 1971.

3. Кузнецов Ю.А. Акустическое поведение дельфинов при охоте на пелагических рыб // Акустические методы и средства исследования океана. Владивосток: ДВПИ, 1978. С. 71-73.

4. Кузнецов Ю.А., Кузнецов М.Ю. Стереотипы акустического поведения китообразных и рыб и способы их применения в рыболовстве: Науч. тр. Дальрыбвтуза. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2006. С. 90-98.

5. Шабанов А.Н. К вопросу освоения разноглубинного тралового лова ставриды и скумбрии в районах ЮЗТО и ЮВТО: Отчет о результатах научного рейса РТМС «Азимут» в район ЮЗТО и ЮВТО. Калининград: КФ НПО ПР, 1989. № 31-296 РО. 14 с.

УДК 639.2.081.1:597.562 (265. 51)

ГИДРОАКУСТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТИХООКЕАНСКИХ ЛОСОСЕЙ В ПЕРИОДЫ ИХ АНАДРОМНЫХ И КАТАДРОМНЫХ МИГРАЦИЙ В ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ БЕРИНГОВА МОРЯ

**А.В. Николаев, М.Ю. Кузнецов, Е.В. Сыроваткин,
ТИНРО-центр, Владивосток**

Представлены результаты исследований возможностей научно-эхолота ЕК-500 (Симрад) для регистрации лососевых в периоды их анадромных и катадромных миграций в Беринговом море. Обсуждаются достоинства и недостатки акустического мониторинга лососей в приповерхностном слое. По данным акустического зондирования выявлена структура вертикального распределения и суточных вертикальных миграций лососей в верхней эпипелагиали моря. Показано наличие изменчивости горизонтального и вертикального распределения лососей в зависимости от района съемки и сезона.

Распределение и поведение лососей в северной части Тихого океана имеет свои особенности, которые накладывают отпечаток на регистрацию этих рыб с помощью подкильных акустических систем. Лососи в период нагульных миграций обитают в верхней эпипелагиали моря и не образуют плотных скоплений [1]. Поскольку это достаточно крупные пузырьные рыбы, разреженные скопления лососей должны устойчиво регистрироваться на эхограммах в виде эхотреков отдельных особей. При этом важным является выбор пороговых значений силы цели и силы обратного объемного рассеяния, учитывающих дорсальный аспект облучения (угол наклона) рыбы относительно луча антенны эхолота и исключения из обработки эхосигналы от других объектов [2]. Изменение угла наклона лососей относительно луча эхолота в первую очередь связано с суточными вертикальными перемещениями этих рыб.

Преимуществом акустического мониторинга по сравнению с траловой съемкой является непрерывность регистрации эхосигналов лососей в процессе съемки и возможность оценки их вертикального распределения. Недостатком является то, что при оценке приповерхностных скоплений акустическим методом возникает систематическая погрешность, связанная с наличием приповерхностной «акустической мертвой зоны», вызванной осадкой судна (около 5 м) и эффектом «ближнего поля» антенны эхолота (3 м на частоте 38 кГц). Лососи, находящиеся в слое 0-8 м, не учитываются, что снижает возможности полноценной регистрации лососей с помощью подкильных акустических систем.

Целью работы является исследование возможностей научного эхолота ЕК-500 для регистрации тихоокеанских лососей в периоды их нагульных миграций, а также изучение пространственной и временной изменчивости в вертикальном распределении лососей. Сбор акустических данных осуществлялся с использованием калиброванной эхоинтеграционной системы ЕК-500 (Симрад) при проведении летней и осенней комплексной съемки верхней эпипелагиали западной части Берингова моря и прилегающих тихоокеанских вод (зона России).

Акустические измерения выполнялись непрерывно на двух частотах 38 и 120 кГц по схеме траловых станций, принятой для комплексной съемки. Соответственно этой схеме формировался галсовый маршрут акустической съемки (рис. 1). Для регистрации и вторичной обработки акустических данных использовалось программное обеспечение FAMAS [3].

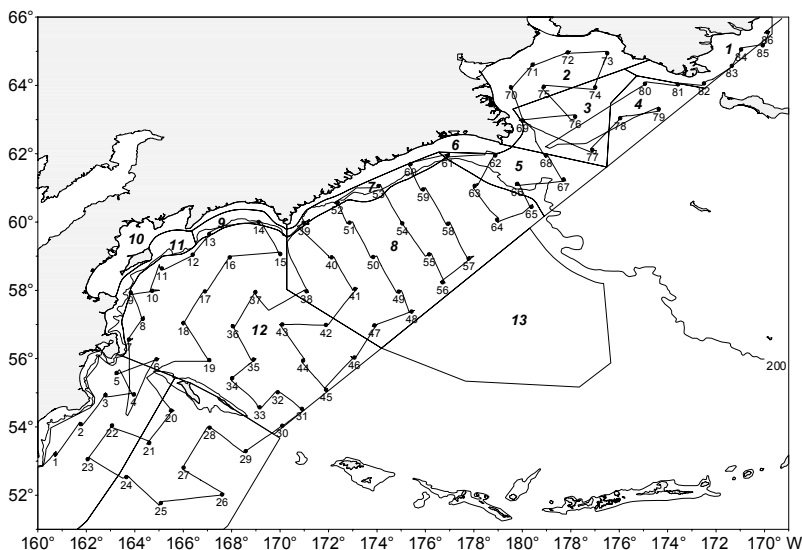


Рис. 1. Схема акустических галсов и траловых станций в западной части Берингова моря (зона России) в июле-августе 2003 г.

Первые экспериментальные исследования по применению акустической технологии для регистрации лососей в Беринговом и Охотском морях были выполнены летом-осенью 2003 г. По данным акустических измерений, определена структура вертикального и горизонтального распределения лососей в верхней эпипелагиали моря.

Вертикальное распределение лососей в западной части Берингова моря определяется в первую очередь термической структурой вод и, в частности, наличием у поверхности резко выраженного квазиоднородного слоя. Летом 2003 г. распределение лососей по глубине демонстрировало явную предпочтительность обитания большинства лососей выше температурного скачка: 92 % всех лососей зарегистрировано в пределах верхнего квазиоднородного слоя до 30 м (рис. 2, А). Причем изменение тренда средневзвешенных глубин обитания рыб по широте очень хорошо согласуется с широтным распределением толщины верхнего термически квазиоднородного слоя воды на акватории съемки (рис. 3).

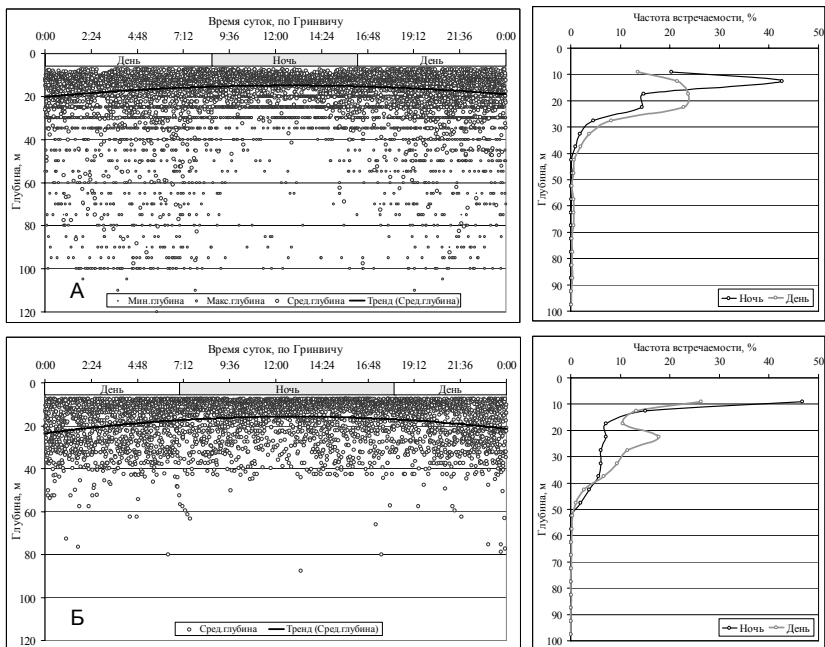


Рис. 2. Суточное вертикальное распределение лососей в верхней эпипелагиали Берингова моря по данным акустических измерений: А – лето; Б – осень 2003 г.

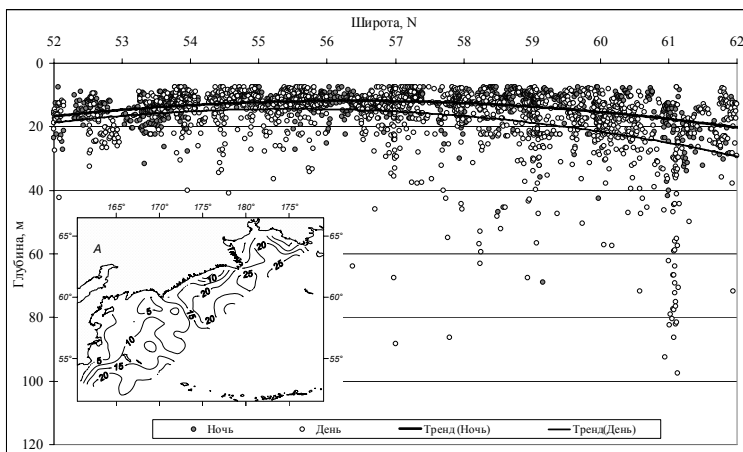


Рис. 3. Вертикальное распределение лососей в верхней эпипелагиали западной части Берингова моря по широте летом 2003 г.

Вертикальные миграции тихоокеанских лососей связаны в основном с суточными перемещениями интерзональных видов макропланктона и мелких мезопелагических рыб и кальмаров, являющихся объектами их питания. Но в отличие от кормовых организмов, совершающих в течение суток крупномасштабные перемещения по глубине, диапазон вертикальных миграций большинства учтенных лососей ограничивался слоем термоклина.

В июле-августе 2003 г. ночью 97 % лососей обитало в пределах верхнего квазигомогенного слоя до 30 м. При этом основная часть лососей перемещалась вместе с планктоном ближе к поверхности моря с центром концентрации на глубине 10-15 м. Средневзвешенная глубина обитания лососей составляла 15,5 м. В светлое время суток слой обитания лососей несколько расширялся. Средневзвешенная глубина обитания лососей составила 20,3 м. В диапазоне глубин до 30 м находилось 90 % лососей.

Остальная часть рыб днем опускались в слой термоклина и даже ниже в более холодные промежуточные горизонты. Диапазон вертикальных миграций лососей составлял около 100 м, но отдельные экземпляры днем были зарегистрированы на глубинах до 120 м (см. рис. 2, А).

В осенний период в западной части Берингова моря увеличивается вертикальная протяженность верхнего термически квазигомогенного слоя. Осенью 2003 г. толщина квазигомогенного слоя на обследованной акватории составляла в среднем 30-45 м. Слой обитания лососей расширился до 45-50 м (см. рис. 2, Б). Причем, как и летом, вертикальные миграции большинства лососей ограничивались слоем термоклина.

Ночью большая часть лососей (62 %) обитала в приповерхностных горизонтах выше 15 м. Во время летней съемки центр концентрации лососей был несколько ниже. Вероятно, осенью в этих скоплениях доминировала посткадрупная молодь, для которой характерна большая приуроченность к поверхностному слою в ночной период. Другая, менее многочисленная часть лососей (около 36 %) ночью была достаточно равномерно распределена в слое 15-45 м. Днем часть лососей (примерно 25 %) перемещалась с поверхности в горизонты от 20 до 40 м с центром концентрации на глубине около 25 м. В отличие от летней съемки осенью значительно сократилось количество лососей, обитающих в светлое время ниже границы квазиоднородного слоя. В диапазоне глубин ниже 50 м днем находилось чуть больше 1 % лососей.

Осенью 2004 г. вертикальное развитие верхнего термически квазиоднородного слоя, как и в 2003 г. составляло 35-40 м. В сентябре-октябре 2004 г. в западной части Берингово море 91,5 % лососей было зарегистрировано в 35-метровом при поверхностном слое выше слоя термоклина (рис. 4).

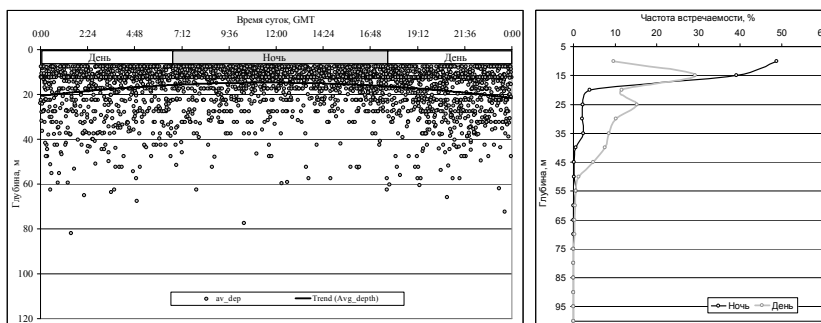


Рис. 4. Суточное вертикальное распределение лососей в Беринговом море осенью 2004 г.

Ночью большинство лососей (88 %) обитало в поверхностных горизонтах выше 15 м с центром концентрации 8-10 м. Некоторая часть лососей (приблизительно 10 %) ночью была распределена в слое 15-35 м. Днем около 60 % лососей перемещалось с поверхности в слой 20-40 м, в основном на глубину около 25 м. Вертикальные перемещения большинства лососей были ограничены слоем 20-25 м в светлое время и 40 м в ночное время суток.

Пространственное распределение лососей, выявленное при непрерывном акустическом зондировании акватории, также претерпевает значительные изменения в зависимости от вида, района съемки и сезона (рис. 5).

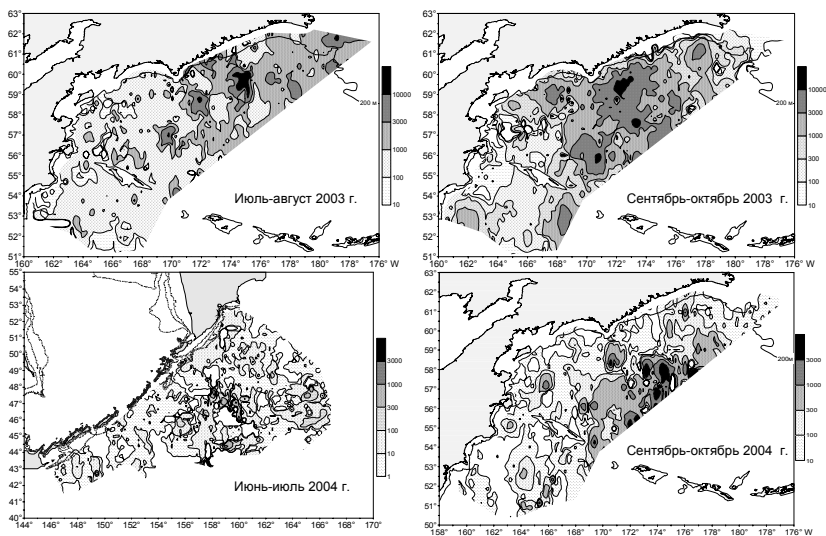


Рис. 5. Пространственное распределение кеты (шт./миля²) по данным акустических измерений и траловых уловов

Закключение

Представлены результаты исследований возможностей научного эхолота ЕК-500 для регистрации лососевых в периоды их анадромных и катадромных миграций.

Распределение лососей в значительной степени зависит от района съемки и сезона. Общим в поведении лососей является следующее:

- диапазон вертикального распределения и перемещений большинства лососей по данным акустических измерений ограничен слоем термоклина;
- миграция лососей в верхнем слое в ночное время и более широкое вертикальное распределение в дневное время. Различия в суточном вертикальном распределении рыб связаны, очевидно, с суточными вертикальными перемещениями кормовых объектов;
- расширение вертикального слоя обитания лососей между летом и осенью с увеличением вертикальной протяженности верхнего термически квазиоднородного слоя.

Опыт использования акустической технологии в исследовании ресурсов дальневосточных северных морей показал, что акустический метод в отличие от траловых учетных съемок лососей представляет возможности непрерывной регистрации эхосигналов, а также оценки вертикального распределения и суточных вертикальных миграций лососей. Это позволяет ставить вопросы о последующем развитии и ис-

пользовании этого метода для изучения тихоокеанских лососей в Северной Пацифике.

Библиографический список

1. Шунтов В.П., Радченко В.И., Лапко В.В., Полтеев Ю.Н. Распределение лососей в западной части Берингова моря и сопредельных водах Тихого океана в период анадромных миграций // Вопр. ихтиол. 1993. Т. 33. Вып. 3. С. 337-347.
2. Mukai T., Iida K. Diurnal variation of encaged fish echoes and estimation of fish tilt angle distribution. Fisheries Science. No. 61(4). 1995. p. 647-652.
3. Николаев А.В., Кузнецов М.Ю., Убарчук И.А. Инструментальные средства и информационные технологии акустического мониторинга рыбохозяйственных акваторий // Рыб. хоз-во. 2000. № 4. С. 37-39.

УДК 639.2.081

МЕТОДИКА ВЫБОРА ФОРМЫ КРЫЛА ЛОСОСЕВОГО СТАВНОГО НЕВОДА С УЧЕТОМ ПОВЕДЕНИЯ РЫБ

Е.В. Осипов, Дальрыбвтуз, Владивосток

В работе приведена методика выбора крыла лососевого ставного невода с учетом изменения его формы под воздействием течения и связанного с этим поведения рыб.

Крыло ставного невода выполняет функцию направления гидробионтов в ловушку, при этом подход косяков рыб или отдельных особей не равномерны вдоль крыла (рис. 1).

Подходя к крылу, косяки рыб или отдельные особи могут двигаться вдоль крыла как в сторону ловушки, так и в сторону берега. У больших косяков при подходе к берегу отмечается желание пройти сквозь ячею [2]. Особи, находящиеся непосредственно у берега, совершают хаотические движения. Через некоторое время, ослабев, рыбы отходят от крыла и могут выйти из зоны облова. Причиной такой ситуации является отсутствие при выборе формы крыла учета фактора его изменения под действием течения (рис. 2). Как можно заметить, при длинных оттяжках стрелка прогиба крыла будет больше, чем при коротких оттяжках. В результате угол встречи косяком крыла θ в большинстве случаев при увеличении стрелки прогиба крыла будет больше минимального угла, при котором рыбы могут выйти из зоны облова. В работах [1, 4] он определен как $\theta = 30^\circ$.

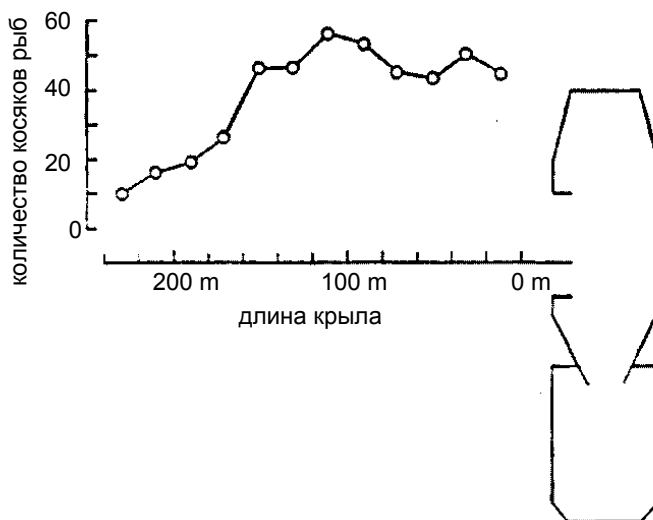


Рис. 1. Распределение косяков рыб при подходе к крылу в течение месяца [1]

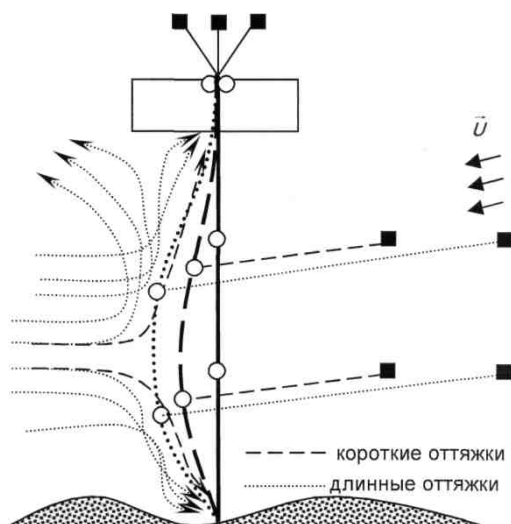


Рис. 2. Формы крыла ставного невода в зависимости от длины оттяжки и направление перемещения косяков (показаны стрелками) при длинных и коротких оттяжках

Представленная информация показывает, что существующие подходы к выбору формы крыла не учитывают его изменения под воздействием течения. В работе [5] на основе подводных исследований указывается на чрезвычайную важность строго прямолинейного направления крыла. Для решения этой задачи в работе [4] предлагается использовать дополнительные оттяжки. Это утверждение затем вошло и в учебник [6]. Практически повсеместно в России крыло ставного невода проектируется по такому принципу. Однако проведенные исследования [1] показали, что эффективность прямого крыла ниже криволинейного (рис. 3), при этом количество особей, попавших в ловушку, составило 46 %, а для прямолинейного крыла намного ниже [3].

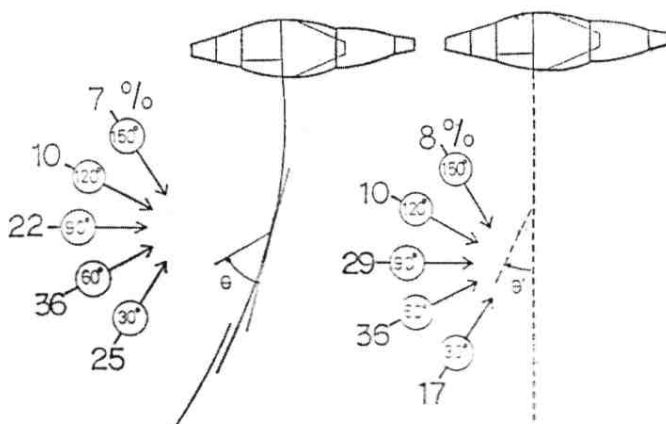


Рис. 3. Углы атаки подхода косяков к крылу ставного невода (слева – криволинейное крыло, а справа – прямое крыло) [3]

Для описания взаимодействия косяка рыб с крылом ставного невода в работе [7] предложена формула

$$\operatorname{tg}^2 \alpha = q_1 / q_2, \quad (1)$$

где α – угол атаки крыла; q_1 – рыбы,двигающиеся вдоль крыла противоположно направлению их подхода к нему; q_2 – рыбы,двигающиеся вдоль крыла по направлению их подхода к нему.

Формула (1) представляет собой механическое описание подхода рыб к крылу, основанное на направлении струи воды под углом к препятствию, и включено в учебники [6, 8]. По данным работ [1, 2, 3, 9], поведение рыб при подходе к крылу более сложное и в большинстве случаев не отвечает формуле (1), о чем частично упоминается в работах [6, 8].

В работе [9] одним из факторов, влияющим на поведение рыб в зоне действия ставного невода, является создаваемое им изменение полей скоростей. Также отмечено выраженное изменение поля скоростей в верхней части крыла до глубины 1,5 м (в среднем в 3-4 раза по сравнению с фоновым) и его резкое снижение с глубиной, а по длине крыла изменение поля скоростей вытянуто со смещением в сторону ловушки...

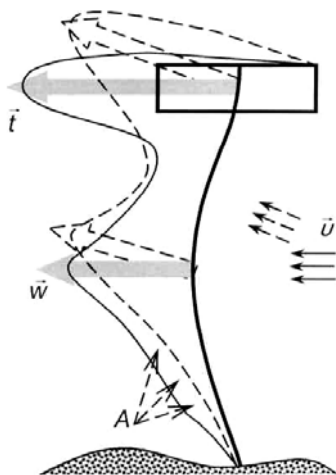


Рис. 4. Качественная картина полей скоростей в районе ставного невода

Анализы снимков ставных неводов, проведенные в 2002, 2005 и 2006 гг. в Приморье, показывают, что структура поля скоростей более сложная, нежели показанная в работе [9, рис. 5]. По результатам анализа снимков построена качественная картина полей скоростей (рис. 4). При этом выделено два вектора $\vec{w}$ (wing – крыло) и $\vec{t}$ (trap – ловушка), определяющих поведение рыб в зоне действия ставного невода. Необходимо отметить, что чем меньше стрелка прогиба хребтины, тем менее выражен вектор $\vec{w}$.

Стрелками А показана особенность изменения потока вдоль крыла, что согласуется с углами подхода косяков к непрямолинейному крылу (см. рис. 3).

Качественная картина хорошо согласуется с данными распределения гидробионтов при подходе к ставному неводу (рис. 5). По данным работы [10], наиболее интенсивный ход (рис. 5): 1 – плотность рыб менее 0,01 шт./м²; 2 – 0,01-0,1 шт./м²; 3 – более 0,1 шт./м²; 4 – садок ставного невода, зона А – зона понижения плотности лососей со стороны крыла, противоположной подходу рыб. Пунктирными стрелками показаны направления течения, пунктирной линией – форма крыла невода, а на основе анализа распределения гидробионтов выделены зоны С и В.

Зона С соответствует реакции рыб на вектор $\vec{w}$, создаваемый крылом невода, а зона В соответствует реакции рыб на вектор $\vec{t}$, создаваемый ловушкой. Ограниченная по размеру и не совмещенная с крайней точкой стрелки прогиба хребтины зона С показывает, что лососи реагируют на вектор $\vec{w}$ на значительном расстоянии, при подходе к крылу они уплотняются, реакция на вектор $\vec{w}$ может снижаться и косяки заполняют область между зоной С и крылом. Другим фактором заполнения этой области является подход рыб в зону действия вектора $\vec{w}$ сбоку, проявляя реакцию от вектора $\vec{t}$, что показано толстой пунктирной стрелкой (рис. 5).

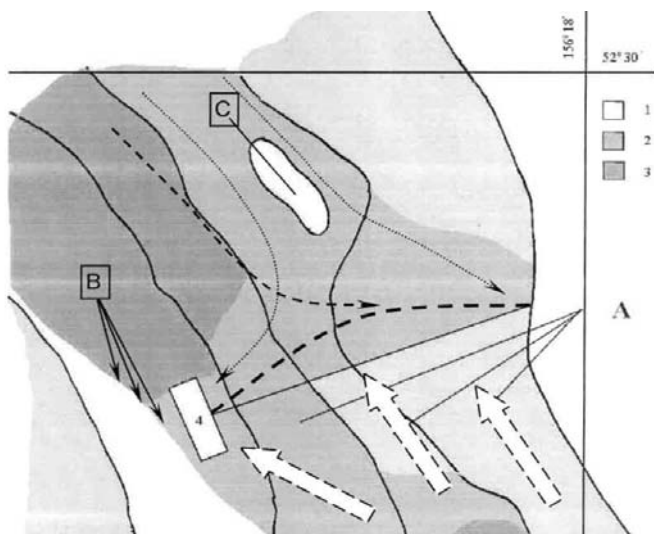


Рис. 5. Распределение лососей в районе постановки ставного невода (по данным [10])

В районе установки ставного невода возникают течения, которые, воздействуя на крыло невода, создают стрелку прогиба, влияющую на поведение рыб (см. рис. 4). Как показала практика, применение дополнительных оттяжек не решает полностью проблемы прогиба крыла. Поэтому для снижения влияния вектора $\vec{W}$ предлагаются две конструкции крыла невода (рис. 6).

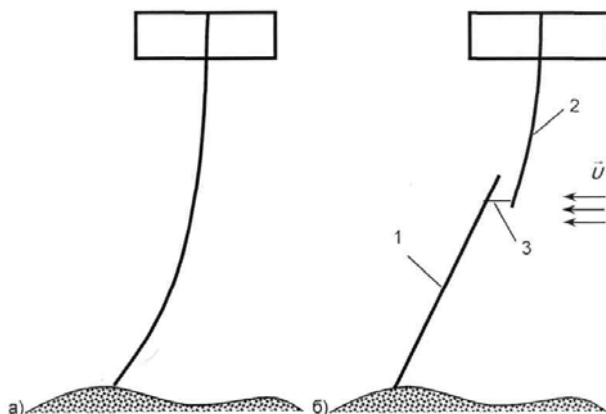


Рис. 6. Форма крыла ставного невода: а – небольшая длина крыла; б – большая длина крыла; 1 – первый участок; 2 – второй участок; 3 – сетная перегородка

Конструкцию крыла (см. рис. 6, а) рекомендуется использовать, когда расстояние от берега до ловушки составляет не более 400 м. Конструкцию крыла, состоящую из двух участков (см. рис. 6, б) рекомендуется применять, когда расстояние от берега до ловушки составляет более 400 м. Применение крыла с двумя участками обеспечивает равномерное распределение нагрузки на каждый участок, уменьшая их стрелку в сторону вектора течения. Направленные под углом к течению крылья снижают сопротивление ставного невода и обеспечивают оптимальный угол подхода косяков к крылу невода, что повышает уловистость невода.

Библиографический список

1. *Inoue Y.* Effect of Blocking and Leading Fish School by Set-net Leader // Bull. Japan. Soc. Sci. Fish. 53(7), 1135-1140 (1987).
2. *Коваленко М.Н.* Особенности поведения лососей в зоне действия ставного невода // Ресурсы и средства рациональной эксплуатации прибрежных акваторий Камчатки: Матер. науч.-практ. конф. Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2003. С. 45-53.
3. *Inoue Y.* Fish Behavior in the Capturing Process of the One-trapped and the Two-trapped Set-net // Bull. Japan. Soc. Sci. Fish. 53(10), 1739-1744 (1986).
4. *Баранов Ф.И.* Техника промышленного рыболовства. М.: Пищепромиздат, 1960. 696 с.
5. *Алексеев Т.К.* Подводные наблюдения над неводами «гигантами» в Керченском проливе // Рыб. хоз-во. 1938. № 7.
6. *Фридман А.Л.* Теория и проектирование орудий промышленного рыболовства. М.: Пищепромиздат, 1969. 568 с.
7. *Гуревич М.И.* О косом набегании рыбы на сетную перегородку: Тр. Калининградрыбвтуза. Калининград: Калининградское кн. изд-во, 1964. С. 17.
8. *Розенштейн М.М.* Проектирование орудий рыболовства. Калининград: КГТУ, 2003. 367 с.
9. *Федоровский А.С., Федоровская Л.М., Мизюркин М.А., Кузнецов Ю.А.* Гидродинамический режим в зоне действия ставного невода: Сб. науч. тр. «Совершенствование и создание новых способов и орудий лова». Владивосток: ТИНРО, 1990. С. 83-95.
10. *Коваленко М.Н., Лапшин О.М., Герасимов Ю.В.* Исследования показателей промыслово-технологических параметров, интенсивности и уловистости ставных неводов для лова лососей. Успехи рыболовства: Сб. науч. тр. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2006. С. 46-67.

УДК 639.2.081.001.57

О ВЛИЯНИИ ЦЕНТРА УПРУГИХ СИЛ НА УСТОЙЧИВОСТЬ ДВИЖЕНИЯ ТРАЛОВОЙ ДОСКИ

В.В. Лихачева, А.В. Славгородская, Дальрыбвтуз, Владивосток

В поперечном сечении щитка траловой доски существуют две точки, существенно влияющие на устойчивость движения. Это центр тяжести и

центр жесткости (точка приложения равнодействующих упругих сил, возникающих при деформациях). Как правило, положением второй точки пренебрегают за счет установки так называемых ребер жесткости (стрингеров), исключаящих деформацию тонкостенного открытого профиля траловой доски. Один из вариантов снижения возникающих изгибно-крутильных деформаций – это совмещение центра тяжести и центра жесткости за счет оптимизации формы.

Траловая доска (trawl door, trawl board, otter board) состоит из следующих основных деталей: распорного щитка (spreading screen), стрингеров (stringer), киля (keel), дуги (bracket) [1]. Так, распорные щитки существующих досок представляют собой прямоугольные, круглые, овальные сегменты плоскости, цилиндра, сферы, тора и других поверхностей. Стрингеры служат для обеспечения жесткости распорного щитка и крепления лапок и ваера к доске. Киль служит для понижения центра тяжести доски и обеспечения устойчивости ее движения. Он может быть литым или набираться из отдельных пластин. Дуги служат для крепления ваера к доске.

Увеличение выпуклости или снижение толщины щитка (рабочей поверхности) существенно способствует увеличению гидродинамической распорной силы. Однако одновременно с этим увеличивается как лобовое сопротивление траловой доски, так и возникающие изгибно-крутильные деформации, характерные для тонкостенных сечений открытого профиля, что также снижает параметры устойчивого движения.

Устойчивость движения доски можно повысить за счет понижения ее центра тяжести, т.е. за счет увеличения массы киля либо изготовления распорного щитка из более легкого материала (композитные доски) (рис. 1).

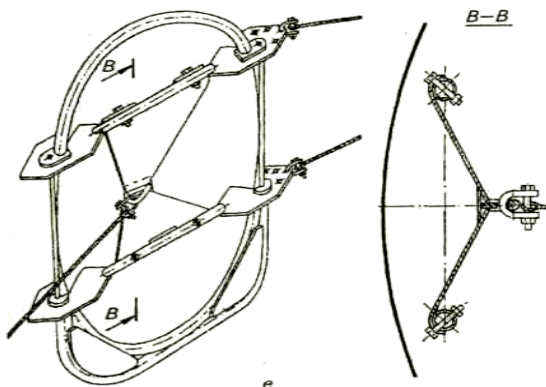


Рис. 1. Композитная доска В. Воскресенского

V-образная форма траловой доски (рис. 2) также способствует большей устойчивости движения. Рассмотрим вопрос подробнее.

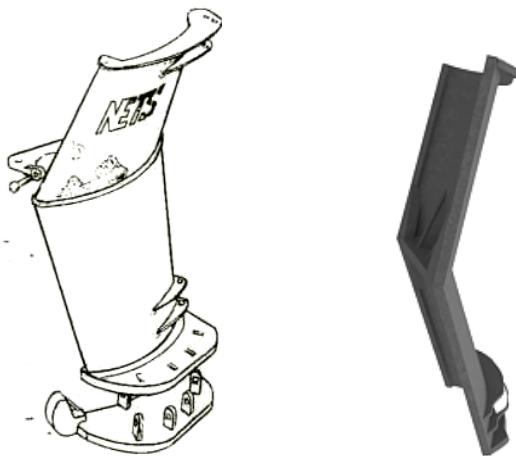


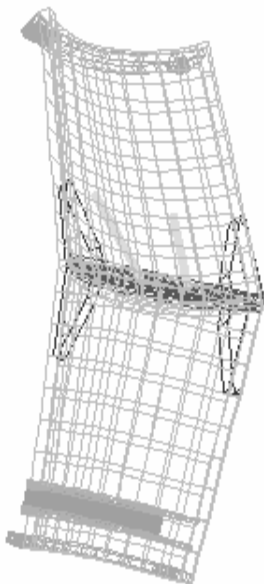
Рис. 2. Траловая V-образная доска и ее трехмерное изображение в графическом редакторе 3d max

В поперечном сечении щитка существуют две точки, существенно влияющие на устойчивость движения. Это центр тяжести и центр жесткости (точка приложения равнодействующих упругих сил, возникающих при деформациях). Как правило, положением второй точки пренебрегают за счет установки так называемых ребер жесткости (стрингеров), исключающих деформацию тонкостенного открытого профиля траловой доски. Однако создаваемые ими вихри ни как не способствуют уменьшению сопротивления устойчивому движению.

Один из вариантов снижения возникающих изгибно-крутильных деформаций – это совмещение центра тяжести и центра жесткости за счет оптимизации формы.

Расчет интегральных геометрических характеристик объектов трехмерной графики, как правило, производится символьными или численными методами с использованием пакетов прикладных программ, например MATHCAD [2], позволяющих автоматизировать процесс вычислений. Однако для любой программы основная проблема – это ввод исходных данных: очень сложно описать геометрию пространственной фигуры, состоящей из множества конструктивных элементов, к тому же имеющих различный удельный вес.

Существующие графические редакторы, например Autocad, 3d max, сегодня, во-первых, позволяют упростить этот процесс и на основе полученных трехмерных изображений (рис. 2, 3) свести расчеты к минимуму за счет приведенного ниже алгоритма графо-аналитического метода определения геометрических характеристик траловой доски по координатам контурных точек. Достаточно построить трехмерное изображение



траловой доски с помощью графического редактора 3d max и разбить его на треугольные сегменты (рис. 3).

Во-вторых, с помощью графического редактора AutoCAD можно легко получить матрицу из координат, полученных конечных элементов, и передать ее в формат Excel для дальнейшего расчета.

В произвольной системе координат любую из геометрических характеристик можно представить в виде суммы соответствующих характеристик треугольников, имеющих общую вершину O (рис. 4) в начале координат [2]. Рассмотрим произвольный (k -й) треугольник в выбранной системе координат.

Рис. 3. Разбивка объекта на треугольные элементы

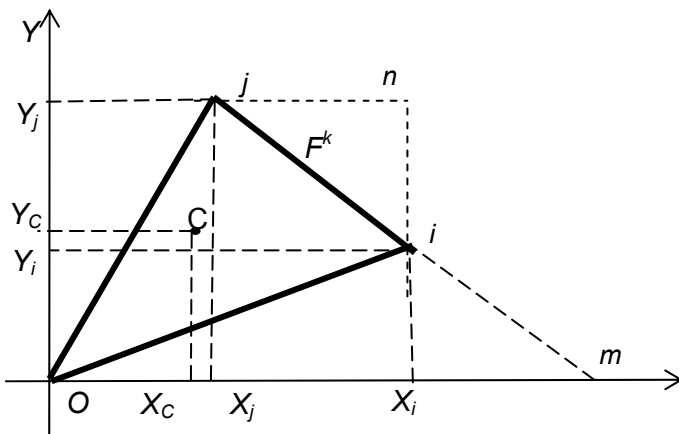


Рис. 4

Площадь k -ого треугольника Δ_{Oji} определяется как

$$F^k = \frac{1}{2} \det \begin{bmatrix} X_i & Y_i \\ X_j & Y_j \end{bmatrix} = 0,5(X_i \cdot Y_j - X_j \cdot Y_i) = 0,5A_k. \quad (1)$$

Статические моменты определяются как произведение площади треугольника на расстояние от центра тяжести до соответствующей оси:

$$(S_x)^k = S_x^{\Delta omj} - S_x^{\Delta omi} = 0,5X_m \cdot \frac{1}{3}Y_j^2 - 0,5X_m \cdot \frac{1}{3}Y_i^2 = \frac{A_k}{6}(Y_j + Y_i). \quad (2)$$

Координаты центра тяжести равны:

$$Y_c^k = \frac{(S_x)^k}{F^k} = \frac{Y_i + Y_j}{3}; \quad X_c^k = \frac{X_i + X_j}{3}. \quad (3)$$

Осевой момент инерции относительно оси X определим как

$$I_x^k = I_x^{\Delta omj} - I_x^{\Delta omi} = \frac{X_m Y_j^3}{12} - \frac{X_m Y_i^3}{12} = \frac{A_k}{12}(Y_j^2 + Y_i Y_j + Y_i^2) \quad (4)$$

Координата X_m определяется из подобия треугольников $\Delta m_i X_i$ и $\Delta m_j X_j$ как

$$X_m = \frac{A_k}{(Y_i - Y_j)}. \quad (5)$$

Секториально-линейные характеристики k -го треугольника удобнее представить как разность характеристик прямоугольника со сторонами OY_j и OX_i и треугольников: ΔOY_{ji} , ΔOX_{ji} , ΔO_{ji} .

Например, для треугольника ΔOX_{ji} сечения (рис. 5) относительно полюса, совмещенного с началом координат O :

$$S_{x\omega} = \int_F y \omega_O dF = \iiint_F y^2 x dx dy = \int_0^b x \frac{y^3}{3} \bigg|_0^{\frac{hx}{b}} dy = \frac{b^2 h^3}{15},$$

$$S_{y\omega} = \int_F x \omega_O dF = \iiint_F x^2 y dx dy = \int_0^h y \frac{x^3}{3} \bigg|_{\frac{by}{h}}^b dy = \frac{b^3 h^3}{10}. \quad (6)$$

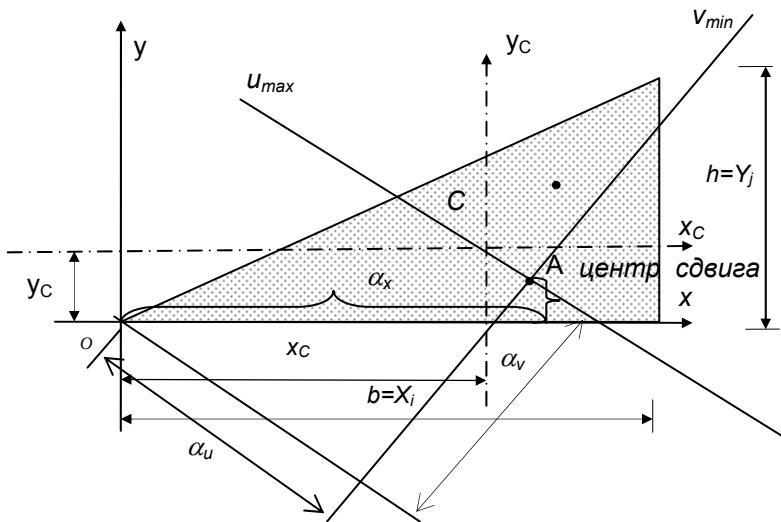


Рис. 5

Секториальные характеристики относительно главных центральных осей можно получить, используя формулу переноса:

$$\begin{aligned}
 S_{u\omega C} &= \int_F [(x - x_c) \cos \alpha_0 + (y - y_c) \sin \alpha_0] \omega_0 dF = \\
 &= \iint_F [(x - x_c) \cos \alpha_0 + (y - y_c) \sin \alpha_0] xy dx dy = \\
 &= S_{x\omega} \sin \alpha + S_{y\omega} \cos \alpha - I_{xy} (x_c \cos \alpha_0 + y_c \sin \alpha_0),
 \end{aligned} \tag{7}$$

$$\begin{aligned}
 S_{v\omega C} &= \int_F [(y - y_c) \cos \alpha_0 - (x - x_c) \sin \alpha_0] \omega_0 dF = \\
 &= S_{x\omega} \cos \alpha - S_{y\omega} \sin \alpha + I_{xy} (x_c \sin \alpha_0 - y_c \cos \alpha_0),
 \end{aligned} \tag{8}$$

где α_0 – угол наклона главных осей.

Координаты центра жесткости относительно главных центральных осей инерции u , v :

$$\alpha_u = \frac{S_{u\omega C}}{J_{u\max}} = \frac{\int_A v\omega_c dF}{\int_A v^2 dF};$$

$$\alpha_v = -\frac{S_{v\omega C}}{J_{v\min}} = -\frac{\int_A u\omega_c dF}{\int_A u^2 dF}.$$
(9)

В итоге мы имеем автоматизированный графо-аналитический алгоритм оптимизации геометрических параметров траловой доски через координаты контурных точек, который можно привести к объемному решению за счет введения в расчет координаты z_k .

За счет внутренней кривизны V-образной траловой доски можно достичь совмещения центра жесткости с центром тяжести сечения. Тем самым уменьшаются нежелательные дополнительные изгибно-крутильные деформации, которые способствуют резкой потери устойчивости движения (подобное явление носит название в авиастроении «флаттер»).

Библиографический список

1. Габрюк В.И. Компьютерные технологии в промышленном рыболовстве: Моногр. М.: Колос, 1995. 544 с.
2. Славгородская А.В., Лихачева В.В., Ефименко В.В. Алгоритм графо-аналитического метода определения геометрических характеристик траловой доски: Матер. науч. конф. «Вологодские чтения». Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2006.

УДК 639.2.081.

ВОПРОСЫ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ УЧЕТА И РЕГУЛИРОВАНИЯ РЫБОЛОВСТВА

**В.В. Баринов, Ю.А. Кузнецов, Дальрыбвтуз;
А.Е. Криченяк, ПГМИ, Владивосток**

Рассмотрены вопросы государственного управления рыболовством и причины его низкой эффективности. Предложен механизм перехода от сырьевой к инновационно-технологической стратегии развития рыболовства. Обсуждается системоорганизующая роль критерия «Промысловая доступность» в логистике движения морепродукции от изъятия в море к рынку.

Свобода выхода отечественного рыболовства на внешний рынок при бесконтрольности вылова и реализации рыбопродукции превратила рыболовство в кладезь творческого поиска дельцов теневой экономики. Методы браконьерства и нелегального вывоза добытых в исключительной экономической зоне (ИЭЗ) России ресурсов разнообразны и совершенствуются с опережением менее гибких и неэффективных приемов административного воздействия.

Мотивации браконьерства исходят из необходимости выживания при отсутствии адекватных государственных инициатив регулирования водных биоресурсов (ВБР) и управления рыболовством. Вылов сверх выделенных квот и поставки неучтенного сырья зарубежному производителю под диктат иностранного кредитора были и есть вынужденное противостояние бизнеса квотным аукционам, высоким тарифам российских услуг и кредитных ставок, налогам, портовым сборам, поборам различных контролирующих служб.

При столь жестком антагонизме бизнеса и власти на той и другой стороне противостояния имеются силы «сочувствия»: в бизнесе – законопослушные предприниматели, заинтересованные в снижении экономического ущерба от браконьерства; во власти – лоббисты коррумпированного звена управления, с которыми бизнес делится теневыми доходами. Усилить влияние одних и ослабить негативную роль других – задача экономической модели контроля и управления.

В большой степени формирование этих отношений зависит от механизма доступа к ВБР. В период реформ можно было оценить три варианта регулирования отношений в конкурентном противостоянии за овладение ВБР: административный, аукционный и долевого.

Среди недостатков, свойственных первому варианту, повсеместно признана коррупция. Здесь в пору было основной вектор административного контроля развернуть в сторону властных структур, протекционировавших ввод в ИЭЗ РФ крупного иностранного флота, его правовой произвол.

Аукционное регулирование, по сути, обеспечивало легитимное право присутствия судов в промысловом районе. Несколько ослабив коррупционную составляющую в соперничестве за овладение ВБР, отношения власти и бизнеса перешли в область контроля за освоением ВБР и экономики производства на ограниченном ресурсе. Перелов, сбросы некондиционной морепродукции в море и искажение оперативных и статистических данных в информационной системе мониторинга рыболовства и другие негативные явления способствовали снижению запасов массовых, легко доступных для традиционных способов лова и валютоёмких объектов промысла.

Третий, долевого, принцип распределения квот фактически закрепил преимущества тех предприятий, которые были в фаворе при административном и аукционном вариантах. Таким образом, негативные последствия неэффективного управления ВБР в целом остаются факторами деградации и в настоящее время.

В поиске эффективных организационных решений был и остается неизменным сам принцип – сырьевая стратегия развития. Наивно ожидать при таком подходе появления инновационных решений. Существующая сырьевая направленность развития рыбохозяйственного комплекса (РХК) в конкурентной среде по всем экономическим и стратегическим показателям провальна [1].

Общая факторная оценка сырьевых производств по трем группам параметров: ценовая, технологическая и инновационная конкурентоспособность – позволяет заметить, что природные ценности независимы от стратегии фирм и формируют конкуренцию за контроль над ресурсом: технологические преимущества – за качественные капиталопоразующие инвестиции, инновационные – за человеческий капитал, за присвоение интеллектуальной собственности и авторских прав.

Концентрация конкурентного противостояния в борьбе за ресурсы способствует процветанию коррупции и теневого бизнеса и сводит на ноль престижность инвестиций и инноваций. Это свойственно всем сырьевым отраслям, включая РХК. В условиях развития открытого рынка сырьевая стратегия не имеет будущего для России, поставившей задачу вернуть лидирующие стратегические и экономические позиции в мировом рыболовстве. В этом контексте следует обратить внимание на приближение масштабной акватехнологической революции. Отстраниться от участия в ней – значит согласиться на необратимое отставание.

Обнадеживает тот факт, что в текущих правительственных реформах и приоритетных направлениях развития научно-технологического комплекса России на 2007-2012 гг. инновационно-технологическая ориентация в развитии отраслей природопользования становится основой государственной политики. Природный капитал обеспечивает определенное благополучие РХК РФ. Но, как показали последние 15 лет развития РХК в условиях открытого рынка, страна катастрофически его теряет.

Приобретенные преимущества (наукоемкие технологии), особенно в рыболовстве, многие страны ЕС (например, Норвегия) и АТЭС (КНР, Япония и др.) для дальнейшего своего развития считают главным, поскольку ВБР возобновляемы и при рациональном их использовании обеспечивают долгосрочные программы обеспечения населения экологически чистыми продуктами питания. В перспективных стратегиях развития эти страны отдают предпочтение ВБР по сравнению с энергоносителями.

Именно сырьевой стратегии развития РХК России следует отдать должное за бессистемный поиск методов и рычагов государственной поддержки и сдерживания бизнеса: от субсидированной поддержки, выполненной с известным отрицательным эффектом, до многоступенчатой, безрезультативной и вредной для отрасли системы учета и контроля.

Сырьевая стратегия развития рыбохозяйственной науки не дает административному аппарату других возможностей регулирования ры-

боловства кроме оценки допустимых долей для участников рыболовства. При этом требования технологичности, экологичности и достоверности сведений о параметрах рыболовства, экономический и социальный интерес государства от изъятия ресурса ограничены одним мериллом – рентой.

Администрация лишена эффективных рычагов управления рыболовством. У нее нет ясных перспектив диверсификации структуры РХК и ее организационно-технологического базиса, который должен быть в первом приближении синтезирован наукой. Существующая структура рыбохозяйственной науки России сформирована для отслеживания сырьевого потенциала рыболовства. В ней нет кадрового и финансового обеспечения для разработки биотехнических основ капитализации ВБР, повышения абсолютной конкурентоспособности природного, производственного и человеческого ресурса рыболовства.

В Норвегии государственное финансирование развития рыболовства предусматривает 70 % бюджета на технические инновации и 30% на сырьевые исследования. Государственное программно-целевое планирование разработок отдает предпочтение техническому блоку, поскольку именно эти разработки способствуют более рациональной расстановке промысловых усилий по районам и объектам, организации многовидового лова в векторе концепции сохранения устойчивости рыболовства, его технологичности. Именно технологичность лова нацелена на совершенствование прямых методов контроля и управления процессами лова, объективного мониторинга параметров промысла. По непонятным причинам в России эти вопросы инновационного развития считаются прерогативой бизнеса.

Закономерно, что многие управленческие акты в условиях высокой неопределенности ресурсной базы и при низком качестве и/или преднамеренной искаженности информационно-аналитических сведений о промысле лишаются содержательного смысла. Упущения государства от неадекватных стратегических и оперативных решений исчисляются стоимостью, близкой к стоимости валового продукта РХК. Сюда следует отнести как прямой ущерб от незаконного промысла и нелегального вывоза продукции за границу, так и упущенные экономические выгоды, выражаемые добавленной стоимостью рыбной продукции: удельная доля России в мировой стоимости 1,7-2 %, а выручка от 1 кг изъятых морепродукции – 0,76 долл. США, в США – 1,35 долл., Норвегии – 1,76 долл., Японии – 2,58 долл.

По экспертным оценкам, до 2008 года уровень капитализации РХК РФ будет оставаться чрезвычайно низким: средняя цена доступа к национальным ресурсам через оценку стоимости основных фондов составляет 93 долл. США на один килограмм изымаемого ресурса, в США в 13,4 раза выше (1248 долл.), в ЕС – в 15,7 раз (1465 долл.). Тем не менее концентрация промысловых мощностей на традиционных ВБР в 1,5-3 раза выше нормы по отношению к общедопустимому улову (ОДУ) традиционных объектов промысла. Россия вылавливает в собственной

ИЭЗ более 95 % общего объема лова. Отсюда возникает вопрос, адекватны ли меры регулирования и могут ли быть эффективными силовые приемы контроля (госзатраты на охрану ВБР за период с 1994 по 2003 гг. выросли более чем в 8 раз), когда технологичность рыболовства и переработки не идет ни в какое сравнение с зарубежным уровнем? Выше отмеченные пропорции считаются умеренными для сохранения устойчивости и многовидовой направленности рыболовства.

С очень малой бюджетной эффективностью в России расходуется ежегодно более 4,5 млрд руб. на сырьевые исследования для выполнения основной государственной миссии регулирования: ОДУ – доли – квоты. Экономические рычаги регулирования и важнейшие государственные интересы (кроме ренты) остаются за пределами научных изысканий и опытно-конструкторских разработок. В связи с этим никого уже не удивляет, что на рынках сопредельных с Россией стран (Норвегии, Японии, Южной Кореи, КНР и др.), например, в 2003 году нелегально и легально поступило зарубежному производителю 4 млн т продукции низкой технологичности при общем годовом вылове 3,2 млн т. Экспортируемые по демпинговым ценам вылов и продукция судовой переработки уносят с собой за рубеж социальную, экономическую и бюджетную составляющие национального достояния. Браконьерский вылов, по экспертным оценкам, и вывоз за рубеж рыбопродукции сравнялся с официально регистрируемым Госкомстатом РФ, а по валютоемким – превышает его в 6-10 раз.

Остаются нерешенными ключевые вопросы по стабилизации деятельности РХК РФ в рыночном пространстве:

- узковидовая направленность рыболовства на массовые, легкодоступные и валютоемкие объекты обуславливает его уязвимость при малейших изменениях состояния ВБР и высокий уровень рисков;

- в механизме регулирования ВБР и управления рыболовством переход к системе рентных платежей не обеспечен кадастровой оценкой стоимости потенциальных ВБР, оценкой их промысловой доступности для флота с различной технологичностью лова;

- остается на низком уровне достоверность информационно-аналитических прогнозных сведений о состоянии ВБР и системы учета структуры и объемов ВБР, выловленных в ИЭЗ РФ, что связано с отсутствием инновационно-технологической направленности исследований и разработок в рыболовстве;

- в административном звене отрасли, несмотря на активный разворот административных реформ страны в сторону приоритетных направлений развития научно-технологического комплекса России, пока исключают системно-функциональный подход и программно-целевое бюджетирование этих направлений в рыболовстве;

- как следствие последнего, не просматривается перспектива разработки организационно-технологического базиса, адекватно вписывающегося в новые общегосударственные стратегии, и нет основ для кардинальных перемен в нормативно-правовом и институциональном

обеспечении контрольных и управленческих функций, а также основ для эффективного программно-целевого бюджетирования.

Новые подходы по развитию системы управления РХК РФ на современном этапе с экспертными оценками результативности проектного управления были предложены в работе [2]. Изменчивой структуре РХК и его функциональной составляющей в каждом проекте должно быть дано системное толкование, так как баланс многовекторных функций стратегического (государственного) и оперативного (бизнес) управления рыболовством должен взаимодействовать воспроизводству ВБР, долгосрочной национальной их эксплуатации и экономически устойчивому промыслу.

Природный капитал РХК – самовосстанавливаемая подсистема, основанная на законах самоорганизации. Свободный рынок действует также на принципах самоорганизации. Производственный капитал адекватно встраивается в жизнеспособный проект системной организации функций РХК через биотехнические и биотехнологические процессы рыболовства, достаточно глубоко интегрированные в экономическую модель контроля и управления. При доверии государства к системному проекту может происходить постепенная децентрализация многих ответственных функций региональным органам власти и саморегулируемым организациям бизнеса (ассоциациям) через совершенную правовую и институциональную среду, учитывающую законы формирования рынка и правила рациональной эксплуатации ВБР.

Принципы системной организации функций, как сказано выше, требуют строгого толкования структуры цели каждого проекта. Известно, что ОДУ – категория, характеризующая в структуре РХК ежегодные потенциальные возможности рыболовства. Промысловая доступность – технико-экономическая категория в структуре и функциях РХК, определяемая уровнем технологичности рыболовства и ее согласованностью со свойствами приспособительного характера гидробионтов.

Структура цели долгосрочной и эффективной эксплуатации ВБР в многовекторной единой модели оценки, ситуационного анализа и управления рыболовством формирует императивный системообразующий фактор проекта. Это, по сути, совокупность общей и промысловой доступности ВБР. Именно системообразующий фактор при разработке проекта и его реализации способствует структуризации и объединению многоплановых функций в единый алгоритм сбалансированных действий в динамичных условиях администрирования.

При инновационной ориентации системотехнических проектов на технологии многовидового лова и освоение труднодоступных объектов ИЭЗ и открытых зон Мирового океана можно рассчитывать на устойчивость и конкурентоспособность отечественного промысла. Промысловая доступность по отношению к конкретному объекту, району и времени года, при определенном состоянии ВБР и определенной вооруженности промысловой единицы, должна определяться в численных выражениях. В таком разрезе целесообразна паспортизация судов, орудий

лова и технологических процессов лова конкретного объекта. Тогда в проекте выстраивается строгая логистика движения продукции от изъятия из воды до рынка. Плановые и текущие показатели такой модели доступны и легко отслеживаются наукой, бизнесом, фискальными службами и административными органами при централизации рынка и переносе аукционных торгов на территорию России [2].

Обязательное требование современного международного рынка к качеству товара предусматривает в его агрегатной структуре информационно-аналитический центр рыболовства и аукционных торгов. К покупателю должны поступать сведения о происхождении продукции (где, когда, какими орудиями и судами выловлена, условия переработки и транспортировки). Многоуровневый характер сбора и анализа информации на предложенной системоорганизующей основе значительно повысит разрешающую способность отраслевой системы мониторинга ВБР и промысла, сервис оптовым продавцам и покупателям, прозрачность сделок, в том числе компьютерных, на продукцию, находящуюся на борту судна.

Режим слежения за текущей ситуацией на промысле, товарных и финансовых рынках, береговой переработке, транспорте и т.д. будет способствовать своевременному включению административных стабилизирующих функций поддержания РХК РФ в устойчивом состоянии. Концентрация товарных и финансовых потоков на российской территории обеспечит оживление инвестиций в развитии рыболовства в целом и предрейсовых кредитов, судоремонта, снабжения и другой береговой инфраструктуры.

Опережающее развитие наукоемких технологий многовидового, материало-, ресурсо-, трудо- и энергосберегающего промысла, рыночных институтов управления рыболовством, сопутствующей им совершенной системы учета, контроля и анализа параметров промысла носит инновационный характер. Инновационные проекты должны выполняться на государственном уровне при их адекватном сопровождении нововведениями в законодательно-правовой и институциональной сферах.

Поскольку защита государственного интереса в таких инновационно-технологических проектах превалирует, а частный бизнес в одиночку не готов к столь кардинальным переменам, в программно-целевом бюджетировании отрасли приоритеты должны отдаваться техническим и организационно-технологическим разработкам. Комплексные проекты разворота рынка на российский берег в целом и развития отдельных биржевых площадок в крупных регионах с учетом отраслевой логистики, безусловно, должны быть реализованы на условиях государственно-частного партнерства.

Библиографический список

1. Повышение конкурентоспособности рыбохозяйственного комплекса России: Доклад на Госсовете РФ: Моногр. Владивосток: Изд-во ДВГУ, 2004 и ТЦСР, 2006. 336 с.

2. Кузнецов Ю.А., Терский М.В., Шпаченков Ю.А. О новых подходах к развитию систем управления рыбохозяйственным комплексом России на современном этапе: Науч.-практ. конф. «Экономические проблемы развития рыбной промышленности и хозяйства России в свете реализации Концепции развития рыбного хозяйства РФ до 2020 г.». М.: ВНИЭРХ, 2004. С. 22-34.

УДК 639.2.081.

К ВОПРОСУ О КРИТЕРИЯХ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЫБОЛОВСТВА

Г.Г. Крылов, ВНИРО, Москва

Приведен анализ работ по определению критериев эффективности рыболовства.

Понятие «эффективность рыболовства» на протяжении ряда лет не раз меняло свое содержание. Известны труды и высказывания на эту тему Ф.И. Баранова, А.И. Трещева, А.В. Засосова, В.А. Ионаса, В.Н. Мельникова, других ученых и специалистов [1-5, 6, 13, 17, 18, 19-24, 26-38, 39, 40]. В этих и других работах, перечень которых дан в конце настоящей статьи, «эффективность рыболовства» подробно рассматривалась именно в аспекте классических воззрений специалистов и практиков промышленного рыболовства, т.е. с точки зрения уловистости, селективности орудий лова, интенсивности и производительности промысла.

Так, А.И. Трещев в середине 70-х гг. XX в. отмечал, что «нет единых мер для измерения эффективности рыболовства и для сопоставления данных, полученных на различных флотах и в разных странах, применяются всевозможные искусственные приемы пересчета, изобилующие множеством условий и функций...» и далее предлагал в качестве единицы измерения «промысловой эффективности» улов на единицу промыслового усилия. При этом он справедливо считал, что при неизменной технике рыболовства промысловая эффективность будет изменяться пропорционально изменениям запаса, если промысловая мощность остается постоянной. По Трещеву, единица измерения промысловой эффективности для каждого класса рыболовных орудий должна аккумулировать все особенности лова, включая поведение рыб, организацию, технику и тактику промысла. Тогда промысловая

эффективность, в его представлении, является отношением улова за время промысла к промысловому усилию за этот же период, т.е.

$$\mathcal{E} = P/U,$$

где $\mathcal{E}$ – эффективность, P – улов, U – промысловое усилие.

А под интенсивностью лова следует понимать отношение обловленного объема воды к общему объему промыслового ареала, занимаемого облавливаемым объектом. И далее А.И. Трещев справедливо указывал, что унификация измерения рыболовства в равной степени необходима как для технических, так и для биологических целей. Добавляя, считаем, что такая унификация необходима также для экономических и организационных целей.

В соответствии с его представлениями была составлена и издана «Методика определения параметров рыболовства» [31], в которой А.И. Трещев сделал обобщающее изложение своих воззрений, сведя их к таблицам единиц измерения параметров рыболовства и дал примеры расчетов этих единиц.

Иначе трактует промысловую эффективность В.Н. Мельников, по которому ее следует определять не в единицу времени, а на единицу обловленного объема. Тогда промысловая эффективность зависит от коэффициента уловистости орудия лова и от плотности концентрации рыбы в обловленном объеме. Рост этих показателей должен приводить к увеличению промысловой эффективности в ее понимании Виктором Николаевичем. Формула для определения промысловой эффективности, предлагаемая им, выглядит как

$$\mathcal{E}_V = P/U,$$

где P – улов, т; U – промысловое усилие, м³ или км³. Для получения максимальной производительности лова, как считает В.Н. Мельников, общим критерием эффективности будет целесообразным считать среднесуточную производительность промысла, выражаемую как

$$Q = t_c (t_l / t_u) \rho_{ck} \varphi V_{ck},$$

где t_c – время лова, сут; t_l – время улавливающего действия орудия лова за цикл лова, ч; t_u – время цикла лова, ч; ρ_{ck} – плотность концентрации рыбы в облавливаемом скоплении, кг/м³; V_{ck} – обловленный за 1 сут объем скопления, м³/сут; φ – коэффициент уловистости орудия лова. Предлагая умножить в данном выражении числитель и знаменатель на обловленный орудием лова за 1 сут объем водоема V , В.Н. Мельников получает выражение

$$Q = t_c (t_l / t_u) \rho_{ck} \varphi (V_{ck} / V) V = k_c k_u k_v \varphi V,$$

где k_c – критерий использования времени суток, сут; $k_u = t_n / t_u$ – критерий использования времени цикла лова; $k_v = V_{ck} / V$ – критерий использования обловленного объема водоема. Тогда φ может считаться критерием уловистости орудия лова.

Более общим критерием эффективности Мельников предлагает величину F , являющуюся функцией производительности лова Q и затрат на добычу рыбы C . Эта величина может быть выражена как

$$F = Q(C) / C,$$

где Q есть функция затрат C .

Ряд теоретических работ по производительности промысла различными орудиями и способами лова было выполнено В.А. Ионасом [8-16]. Согласно его выводам производительность промысла в общем виде может быть представлена выражением

$$Q = Q_0 \left\{ 1 - \exp \left[\frac{W_T \left[\left(1 + \frac{p_2}{p_1} \right) (1 - e^{-p_1 t}) - p_2 t \right] T m_0}{p W_B (t_0 + t) h b_1 l_T} \right] \right\},$$

где W_T – объем орудий лова; W_B – объем водоема; b_1 – размерный коэффициент; h – размер орудий лова; m_0 – число орудий лова (промысловых судов), эксплуатировавшихся в водоеме за время T ; p_1 – размерный коэффициент, характеризующий наполнение орудий лова; p_2 – размерный коэффициент, характеризующий уход рыбы из орудий лова; t – рабочее время лова; t_0 – время на вспомогательные операции; l_T – линейный размер орудий лова, эксплуатировавшихся за время T .

В работах других авторов критерии эффективности промысла также варьируются в зависимости от постановки задачи.

Ю.В. Кадильников рассмотрел один из важных элементов промысла – величину интенсивности вылова в случае пересечения зон действия тралов [17-20]. Для этого случая им выведена формула

$$v_1 = 1 - \exp \left\{ -I \left[1 - (1 - \varphi)^N \right] \right\},$$

где N – количество рыболовных единиц.

Рассматривая в этой формуле величину $(1 - \varphi)^N$, легко заметить, что при больших значениях N и даже сравнительно малых значениях уловистости φ или больших значениях φ и малых значениях N эта величина стремится к нулю.

Таким образом, при вычислениях по формуле Ю.В. Кадильникова можно оценить максимальную интенсивность вылова, практически не

зная точных значений φ – уловистости орудия лова. Этой формулой уже ряд лет пользуются при определении интенсивности вылова при расчетах промысловых запасов, в частности минтая [21].

Анализируя критерии эффективности работы рыболовных единиц в организованной группе, Ю.В. Кадильников [17-18], исходя из общей теории эффективности операций Е.С. Вентцеля [4], подразумевая, что эффективность есть степень приспособленности операций или событий к выполнению поставленных задач, предлагал выбрать критериями эффективности в рыболовстве следующие понятия:

- 1) вероятность для какой-то рыбы оказаться пойманной;
- 2) математическое ожидание улова флотом в составе N единиц;
- 3) вероятность получения каким-то устройством N улова.

И далее Ю.В. Кадильников, введя понятия первого и второго коэффициентов покрытия ($\phi_1 = B/B_0$ и $\phi_2 = B/b$, где B – зона действия орудия лова, B_0 – объем водоема, b – средний объем стаи), сформулировал следующие четыре общие правила повышения эффективности промысла, справедливые при неизменной численности рыб и количества рыболовных единиц в районе:

- 1) если при неизменной численности промысловой части популяции ее распределение в пространстве изменилось таким образом, что средний размер стай увеличился в « k » раз, то для сохранения эффективности промысла зону действия орудий лова необходимо увеличить также в « k » раз;

- 2) если при рыболовстве популяция меняет характер распределения в пространстве, переходя от равномерного к стайному распределению, то для сохранения той же эффективности промысла второй коэффициент покрытия необходимо увеличить пропорционально минус первой степени коэффициента неравномерности, либо увеличить коэффициент уловистости в таком же соотношении;

- 3) если при развитии рыболовства популяция меняет характер своего распределения таким образом, что при неизменной общей численности рыб промыслового размера их плотность в стаях увеличилась при прочих равных условиях в « k » раз, то для сохранения той же эффективности промысла второй коэффициент покрытия необходимо увеличить в такое же число раз при неизменном коэффициенте уловистости;

- 4) если при развитии рыболовства характер распределения популяции в пространстве изменился таким образом, что при прочих равных условиях, с одновременным увеличением плотности в стаях увеличился ареал их распространения, то для сохранения той же эффективности промысла при неизменном коэффициенте уловистости необходимо увеличить второй коэффициент покрытия пропорционально произведению отношения плотности стай на отношение объемов их распространения.

Относительную эффективность промысла Ю.В. Кадильников понимает как отношение улова каждой рыболовной единицы из группы N единиц, действующих независимо, к улову единственного работающего в районе судна:

$$\mathfrak{A}_1 = \frac{1 - e^{-\phi_1 N \bar{P} P}}{N(1 - e^{-\phi_1 N \bar{P} P})},$$

где P – вероятность улова.

И далее Ю.В. Кадильников определяет относительную эффективность работы рыболовной единицы при активных способах лова в организованной группе по сравнению с единственно работающим судном как

$$\mathfrak{A}_2 = \frac{1 - \exp\left\{-\phi_1 N [1 - (1 - P)^N] \cdot [1 - (1 - \bar{P})^N]\right\}}{N[1 - \exp(-\phi_1 P \bar{P})]}.$$

При этом работа организованной группы флота оказывает на популяцию эффект аналогичный эффекту «сжатия поля пойманной рыбы».

При работе судов, которые ограничены в своей активности (например, суда ярусного лова или работающие ловушками и т.п.), относительную эффективность работы рыболовной единицы в организованной группе по сравнению с работой единственно работающего судна Ю.В. Кадильников определяет как

$$\mathfrak{A}_3 = \frac{1 - \exp\left\{-\phi_1 N P_{1,1} [1 - (1 - \bar{P})^N]\right\}}{N[1 - \exp(-\phi_1 P_{1,1} \bar{P})]}.$$

Графически это выглядит следующим образом (рис. 1, 2, 3).

Нетрудно видеть, что вышеприведенные рассуждения касаются в основном «идеальных» условий распределения рыб в скоплениях либо «идеальных» условий промысла при неизменной численности скопления и числа работающих единиц флота в районе, что не соответствует реальности. В то же время их было справедливо применять при государственном управлении рыболовством, когда промыслом занимались крупные промысловые флотилии под руководством единого штаба.

В современных условиях становления и развития коммерческо-рыночных отношений есть острая необходимость выявить более отвечающие имеющимся реалиям критерии эффективности промысла. Такие попытки были сделаны в ряде работ Р.Г. Бородиным [3]. Эта необходимость еще более возрастает в связи с введением в практику отечественного рыболовства платности за использование биологических ресурсов, требованиям инстанций к возвратности затрат, понесенных

государством на научно-техническое обеспечение работы флота. Рассматривая в этой связи возможные критерии эффективности рыболовства, будем исходить из общетехнических и финансово-экономических факторов.

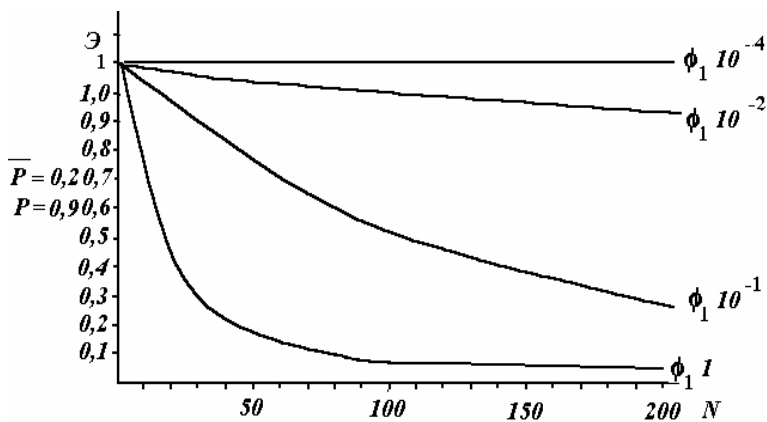


Рис. 1. График функции $\mathcal{E}_1$ для постоянных внешних условий

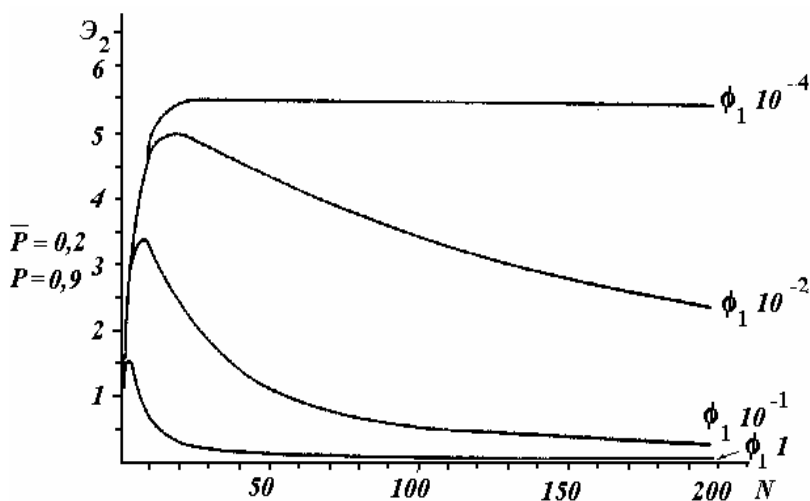


Рис. 2. График относительной эффективности при активных способах лова

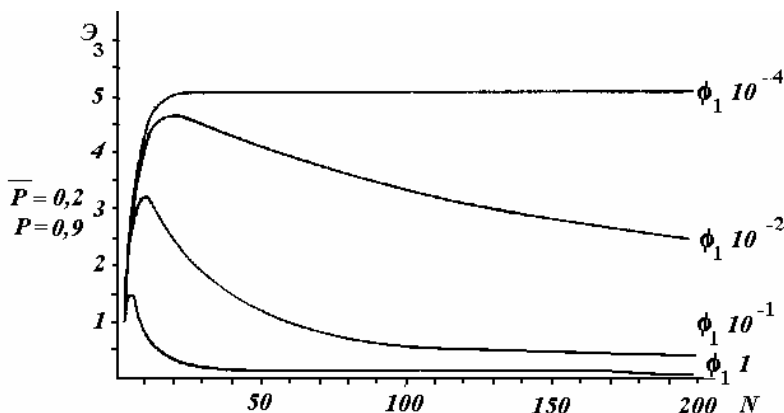


Рис. 3. График относительной эффективности при пассивных способах лова (по Ю.В. Кадилюкову)

При этом необходимо учитывать целый ряд факторов, влияющих на эффективность промысловых операций. Их можно сгруппировать по формальным признакам, как природные (состояние биологических запасов, прогнозы на изменение их численности от естественных причин, климатические, метеорологические и океанологические факторы); технические (промысловые суда, промысловые механизмы, орудия лова, технологии переработки гидробионтов) и финансово-экономические. Мы не будем здесь рассматривать вопросы правового и политического характера, хотя они также могут влиять (и очень существенно) на промысловую эффективность.

Причем заметим сразу, что интенсивность промысловых операций существенно влияет на состояние и численность промысловых запасов. В то же время распределение рыбных скоплений никогда в пространстве микрорайона промысла равномерно не распространяется. Производительность одиночного судна при достаточно высокой опытности экипажа и полной адаптации орудий лова к облавливаемым скоплениям чаще бывает значительно выше производительности отдельных судов, работающих в группе. На практике современного промысла неоднократно приходится управляющими мерами воздействовать на субъекты хозяйствования, ведущие промысловые операции, в целях недопущения перелова и подрыва промысловой части запаса. Поэтому эффективность промысла может и должны ограничиваться определенными временными или количественными пределами, в рамках которых может быть оценена эффективность тех или иных управляющих мер. Далее, эффективность может оцениваться для отдельной промысловой единицы (судна, ставного невода и т.п.), для единицы промыслового субъекта (судовладельца, фирмы), регио-

нального звена управления промыслом (управления рыболовством области или региона), общеотраслевого звена управления, для отдельного вида орудий лова. И, наконец, эффективность промысла должна соразмеряться с его устойчивостью в значительных временных промежутках (т.е. промысел должен находиться в состоянии устойчивого равновесия).

Примем за основные показатели для наших целей следующие понятия:

1) математическое ожидание расчетной прибыли и окупаемости затрат на промысел за определенный период;

2) математическое ожидание изъятия установленной квоты за определенный период;

3) математическое ожидание определенного социального эффекта (обеспечение процента занятости населения трудовых возрастов и определенных специальностей), обеспечение потребительского спроса на рыбопroduкцию и т.д.

Эти показатели могут быть выражены следующим образом.

Математическое ожидание вообще определяется как

$$M|\xi| = \int_a^b xf(x)dx,$$

где a и b – нижняя и верхняя границы интервала значений « x », $f(x)$ – функция плотности вероятности « x »; « x » для первого случая – расчетная прибыль, являющаяся случайной величиной; для второго случая – величина улова, выбранного из установленной квоты; для третьего случая – процент занятости трудоспособного населения района, где базируется промысловый флот для данного региона.

В случае, когда распределение вероятности « x » равномерно, а функция $f(x)$ непрерывна, математическое ожидание равно

$$M|\xi| = \int_a^b x dx / b - a = \frac{a + b}{2}.$$

Отношение фактических данных, полученных за рассматриваемый период, к расчетным математическим ожиданиям могут быть выбраны как критерии эффективности рыболовства.

Библиографический список

1. Баранов Ф.И. Изучение интенсивности рыболовства // Рыб. хозяйство. 1947. № 1. С. 15-18.

2. Баранов Ф.И. Об оптимальной интенсивности рыболовства: Тр. КТИПРХ. Калининград, 1960. Т. 11. С. 35-38.

3. *Бородин Р.Г.* Теоретические основы экономической эффективности регулирования промысла морских животных // Вопросы теории и практики промышленного рыболовства. Введение гидробионтов в зону действия орудий лова: Сб. науч. тр. М.: ВНИРО, 1998. С. 66-79.

4. *Вентцель Е.С.* Исследование операций. М.: Советское радио, 1972. 551 с.

5. *Габрюк В.И.* Компьютерные технологии в промышленном рыболовстве. М.: Колос, 1995. 544 с.

6. *Зайчиков Б.Ф., Дубин В.А.* Совершенствование системы критериев оценки эффективности исследований биоресурсов океана: Сб. «Проблемы экономики и управления рыбной промышленностью». Калининград, 1985. С. 28-33.

7. *Засосов А.В.* Теоретические основы рыболовства. М.: Пищ. пром-сть, 1970. 292 с.

8. *Зонов А.И.* Вероятностное понятие зоны облова орудия лова и количественная оценка результатов лова на основе полученной информации // Реф. инф. ЦНИИТЭИРХ. М.: 1971. Спец. вып. 1.9. С. 3.

9. *Ионас В.А.* Производительность трала. М.: Пищ. пром-сть, 1967. 52 с.

10. *Ионас В.А.* Теория уловистости трала // Рыб. хоз-во. 1967. № 4. С. 33-36.

11. *Ионас В.А.* Методика изучения абсолютной уловистости трала. Тр. АзЧерНИРО, 1967. Вып. 25. С. 96-105.

12. *Ионас В.А.* Обобщенная зависимость вылова от промысловых факторов // Рыб. хоз-во. 1967. № 2. С. 34-36.

13. *Ионас В.А.* Обоснование выбора критериев эффективности НИОКР // III всесоюз. семинар по проблемам управления НИОКР. М., 1975. С. 130-133.

14. *Ионас В.А.* Уловистости орудий промышленного рыболовства: Тр. III науч.-техн. конф. по развитию промысловства. Л., 1968. С. 77-94.

15. *Ионас В.А.* Зависимость между основными показателями рыбного хозяйства: Технич.-экономический сб. М.: ЦНИИТЭИРХ, 1974. Вып. 6.

16. *Ионас В.А.* Методика изучения абсолютной уловистости трала: Тр. АзЧерНИРО, 1967. Вып. 25. С. 96-105.

17. *Ионас В.А.* Актуальные вопросы теории оптимального промысла. М.: ЦНИИТЭИРХ / Сер. Промышленное рыболовство, 1977. Вып. 3. 52 с.

18. *Кадильников Ю.В.* Основные направления вероятностного подхода к оценке эффективности орудий рыболовства и определение зон их действия с использованием теории поиска. М.: ЦНИИТЭИРХ / Сер. Промышленное рыболовство, 1973. 68 с.

19. *Кадильников Ю.В.* Вероятностная оценка эффективности орудий рыболовства. М.: ЦНИИТЭИРХ / Сер. Промышленное рыболовство, 1973. С. 3-38.

20. *Кадильников Ю.В.* Вероятно-статистические модели процессов лова в системах проектирования и прогнозирования рыболовных комплексов / Основные системы промыслового прогнозирования: Тр. АтлантНИРО. Калининград: АтлантНИРО. 1989. С. 55-57.

21. *Кадильников Ю.В.* Вероятностно-статистическая теория рыболовных систем и технической доступности для них водных биологических ресурсов. Калининград: Изд-во АтлантНИРО, 2001. 277 с.

22. *Карпенко Э.А., Дудов В.И., Гольбадамов П.С.* Определение интенсивности вылова, коэффициентов уловистости и уточнение состава популяции / Техника промышленного рыболовства. Вопросы теории, практики промысла и поведения гидробионтов: Сб. науч. тр. М.: ВНИРО, 1993. С. 82-90.

23. *Киткин П.А.* Введение в математическое исследование операций управления в рыбной промышленности. Калининград: АтлантНИРО, 1969. 142 с.

24. *Киткин П.А., Колесник Ю.А., Краснополяский Ю.Я.* Вероятностные методы решения задач промысловства и оптимального использования биоресурсов. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1984. 126 с.

25. *Корельский В.Ф.* Рыба, рыбаки и рыболовство России. М., 1993. 250 с.

26. *Крылов Г.Г.* Об информационном обеспечении промышленного рыболовства. М.: ВНИЭРХ / Сер. Промышленное рыболовство, 1995. Вып. 1. С. 1-9.

27. *Крылов Г.Г.* Развитие экспедиционного промысла морепродуктов (к 300-летию Российского флота). М.: ВНИЭРХ / Сер. Промышленное рыболовство, 1996. Вып. 3. 30 с.

28. *Крылов Г.Г.* О критериях эффективности рыболовства. М.: ВНИЭРХ, 2002. Вып. 2. С. 15-26.

29. *Липанов В.Г.* Пути дальнейшего повышения эффективности промышленного рыболовства // Рыб. хоз-во. 1973. № 3. С. 6-10.

30. *Лукашов В.Н.* Устройство и эксплуатация орудий промышленного рыболовства. М.: Пищ. пром-сть, 1972. 368 с.

31. *Мельников В.Н.* Об общей теории промышленного рыболовства / Техника промышленного рыболовства: Вопросы теории, практики промысла и поведения гидробионтов. М.: ВНИРО, 1993. С. 4-11

32. *Мельников В.Н.* Устройство орудий лова и технология добычи рыбы. М.: Агропромиздат, 1991. 384 с.

33. Методика определения параметров рыболовства. М.: ВНИРО, 1972. 26 с.

34. Методологические вопросы экономической эффективности работы флота и портов рыбой промышленности: Сб. науч. тр. М.: ЦНИИТЭИРХ, 1978. 132 с.

35. *Никоноров И.В.* Экология и рыбное хозяйство. М.: Экспедитор, 1996. 256 с.

36. Оценка интенсивности вылова по фактическому промысловому усилию, развиваемому траловым флотом: Метод. ук. Калининград: АтлантНИРО, 1985. 88 с.

37. *Советов Б.Я., Яковлев С.А.* Моделирование систем. М.: Высш. шк., 2001. 343 с.

38. *Трещев А.И.* К вопросу об интенсивности рыболовства: Тр. ВНИРО. М., 1966. Т. 61. С. 13-16.

39. *Трещев А.И.* Научные основы селективного рыболовства. М.: Пищ. пром-сть, 1974. 448 с.

40. *Трещев А.И.* Интенсивность рыболовства. М.: Пищ. пром-сть, 1983. 236 с.

41. *Clark C.W.* Bioeconomic modeling and fisheries management. 1986. London and New York. J. Wiley and Sons Ed. 389 p.

42. *Holt S.I.* Proposal for a modified management policy // Rep. IWC, 1979. – 29 SC/30 Doc. 5. – P.327-333.

УДК 639.2.081

ИССЛЕДОВАНИЕ УЛОВИСТОСТИ КОНИЧЕСКИХ КРАБОВЫХ ЛОВУШЕК

В.Г. Кулага, Е.В. Осипов, Дальрыбвтуз, Владивосток

Приведены данные исследований конических крабовых ловушек новой конструкции в сравнении с традиционными.

Конические крабовые ловушки более 30 лет применяются на Дальневосточном бассейне России и не претерпели значительного изменения по конструкции (рис. 1, а). Для решения задачи по снижению стоимости, улучшения удобства эксплуатации и обслуживания была разработана новая конструкция крабовой конической ловушки (рис. 1, б).

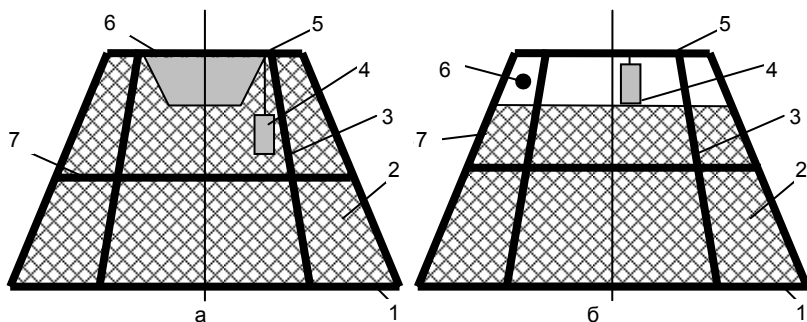


Рис. 1. Типы крабовых ловушек: а – стандартная крабовая коническая ловушка (тип А); б – новая конструкция крабовой ловушки (тип В) [1]; 1 – нижнее кольцо; 2 – сетная оболочка; 3 – связь; 4 – банка для наживы; 5 – верхнее кольцо; 6 – вход; 7 – промежуточное кольцо

Для определения уловистости использовались крабовые ловушки с размерами 0,68*1,25*0,85 типа А и типа В (рис. 1).

Ловушки выставлялись в порядках двух типов (рис. 2):

I) 50 ловушек типа А и типа В с чередованием в секции;

II) 50 ловушек типа А в одной секции и 50 ловушек типа В в другой секции.

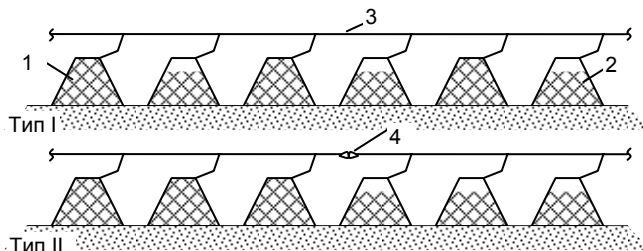


Рис. 2. Типы крабовых порядков: 1 – ловушка типа А; 2 – ловушка типа В; 3 – хребтина секции; 4 – соединение секций с разными типами ловушек

В ходе экспериментов (Охотское море) было сделано 153 параллельных постановки на промысле камчатского краба (*Paralithodes camchaticus*) двух типов порядков на небольшом расстоянии друг от друга. Улов с учетом процентного наполнения ловушки распределялся на группы: 1 – (10 – 30)%; 2 – (30 – 50)%; 3 – (50 – 70)%; 4 – (>70)%.

Процентное распределение уловов порядков типа I и II показано на рис. 3, 4.

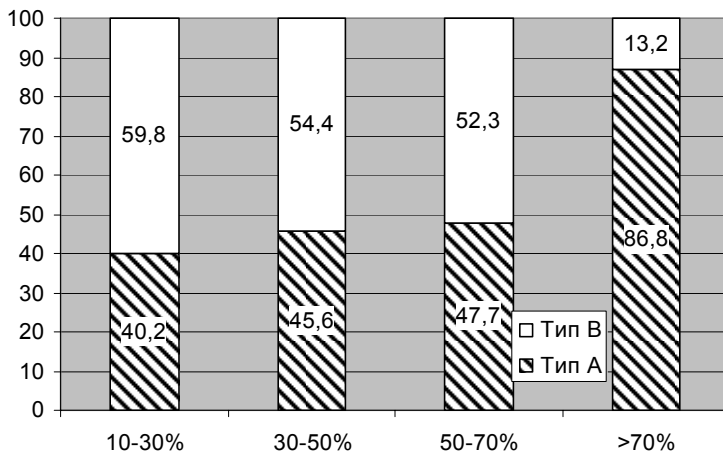


Рис. 3. Процентное распределение между ловушками типа А и В в порядке I

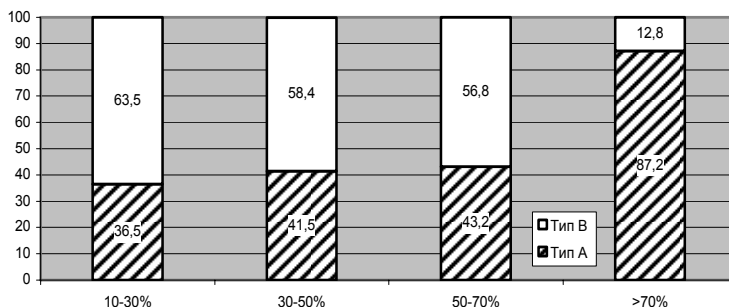


Рис. 4. Процентное распределение между ловушками типа А и В в порядке II

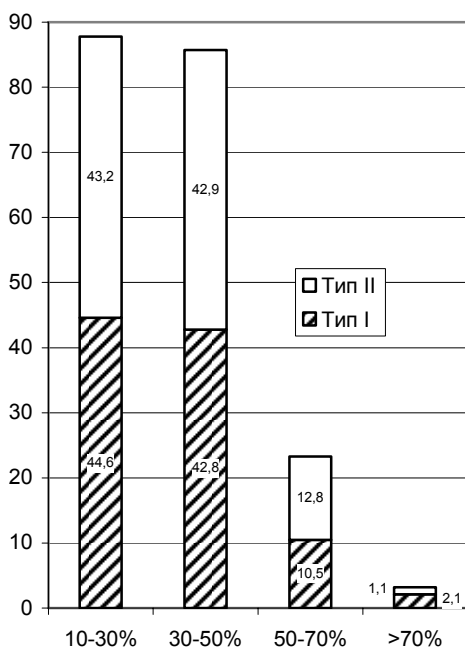


Рис. 5. Процентное распределение улова по группам двух типов порядков

Распределение улова по группам двух видов порядков показано на рис. 5.

Анализ результатов проведенных экспериментов по уловистости двух типов ловушек показал, что тип В при заполнении ловушек до 70 % обладает большей уловистостью по сравнению с типом А. При этом наполнение ловушек в основном составляет 10-50 %, что отражает низкий уровень запасов краба. Также улов ловушек в порядке типа II больше, чем тип I, что отражает лучшие качества ловушек типа В. Лучшие показатели ловушек типа В, связаны со свободной фильтрацией потока воды через отверстия входа в ловушку, в результате чего одоранты

(молекулы запаха) распространяются на большее расстояние и не задерживаются сетной оболочкой.

В ходе длительных застоев порядков было выявлено, что крабы в ловушках типа В обладают большей выживаемостью, у более 80 %

крабов присутствовала реакция на abdomen (при его раздражении жизнеспособный краб подтягивает конечности к брюху и пытается атаковать раздражитель клешнями), а в ловушках типа А краб был снулый и у 60 % отсутствовала реакция на abdomen. Выживаемость определялась по методике ТИНРО-центра [2].

Снижение уловов ловушек типа В при (>70 %) и большей выживаемостью связано с тем, что при длительном застое крабы в большом количестве покидают (происходит «ротация») этот тип ловушек, нежели тип А. Также отмечено большее количество улова в первые часы постановки в соотношение: 43 % – тип А; 57 % – тип В.

В последние годы к промыслу ловушками краба предъявляются требования, связанные с уменьшением их негативного воздействия на популяции крабов. При этом уловы крабов снизились, вследствие чего многие рыбаки значительно увеличивают время застоя порядков, что приводит к снижению выживаемости крабов, подлежащих выпуску в море. Предложенная ловушка типа В в большей степени отвечает требованиям сохранности популяций крабов.

Новая конструкция ловушки типа В позволяет снизить затраты на постройку, поскольку у нее отсутствует горловина, верхняя часть ловушки может оснащаться остатками дели, которые в других случаях идут на утилизацию. Отсутствие горловины позволяет быстрее обрабатывать ловушечные порядки, не беспокоясь за повреждение горловин.

На наш взгляд, в настоящее время новый тип В ловушки необходимо испытать в различных регионах Дальнего Востока, и если полученные в данной работе хорошие результаты, связанные с выживаемостью крабов, подтвердятся, то данный тип ловушек необходимо обязать использовать на промысле краба.

Библиографический список

1. Кулага В.Г., Осипов Е.В. Патент РФ № 60306, заявка №2006107206/22(007794), дата выдачи 01.08.2006.

2. Методические рекомендации по определению видового состава и возможности возвращения в среду обитания крабов и других морских биоресурсов, добытых с нарушением Правил рыболовства или незаконным путем. Владивосток: ТИНРО-центр, 2003. 54 с.