Научные труды Дальрыбвтуза. 2026. Том 77, № 3. С. 146–157.

РЫБНОЕ ХОЗЯЙСТВО, АКВАКУЛЬТУРА И ПРОМЫШЛЕННОЕ РЫБОЛОВСТВО
(Технические науки)

Научная статья
УДК 639.2.081.16 DOI: doi.org/10.48612/dalrybvtuz/2026-77-13 EDN: QKBZZF

Ставные невода с криволинейными формами и автоматизированной выгрузкой улова

Александр Александрович Грачев
Астраханское региональное отделение ООО «Всероссийское общество охраны природы» (на базе Астраханского государственного технического университета), Астрахань, Россия
agrach30@mail.ru, ORCID: 0009-0005-0992-9320

Аннотация. Проведены исследования по разработке новой схемы ставного невода, включающей полусферические камеры для накопления рыбы и криволинейные элементы крыла, усынков и двора, повышающие эффективность лова. Для автоматизированной выливки улова предложены различные схемы, опробованные в условиях реки Урал для лова осетровых рыб, приведены примеры криволинейных и автоматизированных ловушек древности. Показаны возможности использования нового автоматизированного устройства для сбора и транспортировки рыбы с помощью гибкой сетчатой конструкции в ставном неводе. Выполнены расчеты показателей уловистости для новой схемы, где веротяность удержания рыб ловушкой равна 37,5 % для криволинейной и 23,1 % – для традиционной ловушки, что на 61,6 % выше.

Ключевые слова: ставной невод, схемы орудий лова, криволинейные формы, математическое моделирование показателей уловистости, автоматизированные системы выгрузки, показатели вероятности удержания рыб ловушками

Для цитирования: Грачев А. А. Ставные невода с криволинейными формами и автоматизированной выгрузкой улова // Научные труды Дальрыбвтуза. 2026. Т. 77, № 3. С. 146–157.

Scientific Journal of the Far Eastern State Technical Fisheries University. 2026. Vol. 77, no. 3. P. 146–157.

FISHERIES, AQUACULTURE AND INDUSTRIAL FISHERIES
(Technical sciences)

Original article

Set-nets with curved shapes and automated unloading of catch

Alexander A. Grachev
Astrakhan Regional Branch of the All-Russian Society for Nature Conservation (based on Astrakhan State Technical University). Astrakhan, Russia
agrach30@mail.ru, ORCID: 0009-0005-0992-9320

Abstract. Research has been conducted on the development of a new scheme for a set-net, which includes hemispherical chambers for accumulating fish and curved elements of the wing, whiskers, and yard, which increase the efficiency of fishing. Various schemes have been proposed for the automated pouring of the catch, which have been tested in the Ural River for the fishing of sturgeon, and examples of curved and automated ancient traps have been provided.

© Грачев А. А., 2026

The possibilities of using a new automated device for collecting and transporting fish using a flexible mesh structure in a set net have been demonstrated. Calculations have been performed to determine the catch rates for the new scheme, where the probability of fish being retained by the trap is 37.5 % for the curved trap and 23.1 % for the traditional trap, which is 61.6 % higher.

Keywords: set-nets, fishing gear patterns, curvilinear shapes, mathematical modeling of catch rates, automated unloading systems, and probability of fish retention in traps

For citation: Grachev A. A. Set-nets with curved shapes and automated unloading of catch. *Scientific Journal of the Far Eastern State Technical Fisheries University*. 2026; 77(3):146–157. (In Russ.).

Введение

Лов рыбы стационарными орудиями отличается автоматичностью, непрерывностью, малой трудоемкостью и энергоемкостью; процесс лова хорошо управляем и может быть автоматизирован. Рыба, находящаяся в ловушке, может безпрепятственно и с наименьшими повреждениями выпущена в водоем, в случае ее не промысловой длинны или запрещенной к вылову. Размещение стационарного орудия лова на основных путях нерестовой миграции промысловых обьектов позволяет считать способ ставного сетного лова подлинно активным.

Крупномасштабный сетной лов широко используется в России и зарубежом – это тип стационарного орудия лова с ловушечными сетями, применяемый на побережье Японии, Южной Кореи, Канады и других стран. Будучи крупным пассивным орудием лова, полагающимся на активный ход мигрирующих рыб, сетной промысел считается энергоэффективным и экологически чистым по сравнению с традиционным траловым, и может обеспечить высокое качество улова, позволяя рыбакам собирать рыбу живой, не причиняя ей вреда, что дает операторам возможность повысить ценность улова за счет дополнительных возможностей. С развитием технологий ловушки становятся все более избирательными (позволяя мелкой рыбе уйти и предотвращая нежелательный вылов охраняемых рыб, млекопитающих и черепах). В целом, сетной лов ловушками в последние годы становится все более привлекательным методом рыболовства благодаря низкому энергопотреблению и незначительному воздействию на среду обитания и окружающую среду в районе промысла. Более того, конструкции ловушек позволяют автоматизировать наиболее трудоемкие процессы лова и оптимизировать их обслуживание с целью повышения эффективности.

Объекты и методы исследования

Лов большими ловушками применялся более 400 лет назад на промысловых астраханских ватагах на реке Волга, где ловили осетровых рыб (рис. 1) с элементами автоматизации вылова. Устроенная поперек реки деревянная забойка из бревен и жердей задерживала идущую на нерест рыбу (Равинский,1809). При подходе к заграждению рыба поворачивала в одну из сторон и шла вдоль стены забойки, попадая в открытую с одной стороны деревянную камеру, на дне которой размещался деревянный щит – всплываюшая подьеманя площадка, опускаемая по углам рыбаками на дно с помошью шестов и фиксирующаяся внизу специальными зацепами. Над входом в ловушку располагалась приоткрытая на 1 м от грунта вертикальная «западная дверь», которая падала, перекрывая рыбе выход из ловушки, когда та, войдя в ловушку, задевала веревочные сторожки внутри ловушки, соединенные с канатом через блок, на котором висела «дверь», и с зацепами. При этом одновременно подьемная площадка всплывала, автоматически поднимая остеровых на поверхность воды. Рыбаки выбирали улов на лодки из сработавшей ловушки и восстанавливали ловушку в рабочее полоджение, опуская подьемную площадку вниз и поднимая дверь. На ватажной забойке устравили от 6 до 12 ловушек, в зависимости от ширины реки.

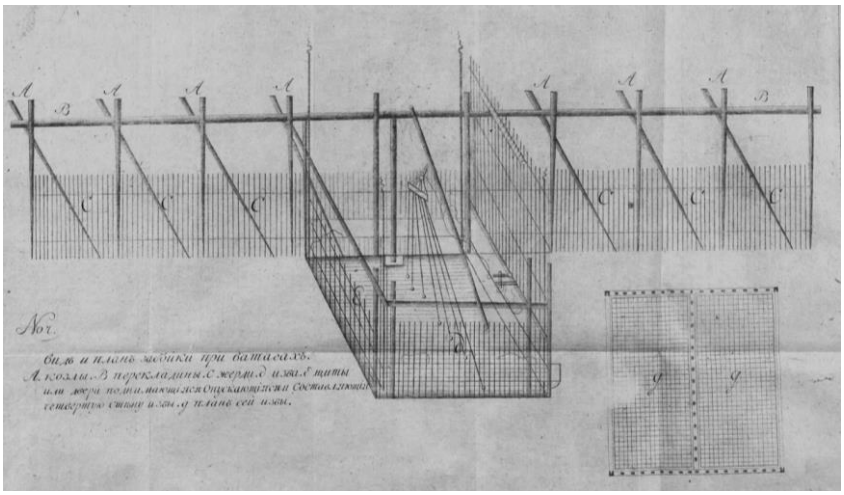


Рис. 1. Вид и план забойки при ватагах: А – козлы, В – перекладины, С – жерди, Е – щиты или двери, поднимающиеся или опускающиеся и составляющие четвертую стену, q – план избы
Fig. 1. View and plan of the slaughterhouse: A – goats, B – crossbars, C – poles, E – shields or doors that rise or fall and form the fourth wall, q – plan of the house

Подобными орудиями лова типа «Ватажная забойка» и «Учуг», где рыбу выбирали баграми из ловушек криволинейной формы в виде лабиринта, куда рыба заходила и не могла развернуться, были перегорожены все основные устья реки до 1805 г., когда был принят Правительственный Указ об их ликвидации, с целью развития судоходства и торговли с Персией.

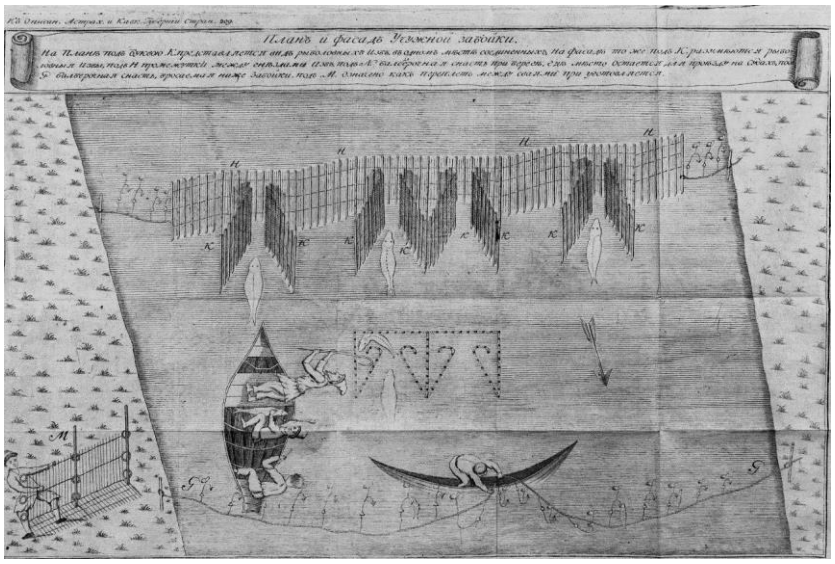


Рис. 2. План и фасад Учужной забойки: К – рыболовные избы, Н – промежутки между избами в виде забойки из свай и прикрепленных к ним, М – решеток «кошаков», N – балберочная крючковая снасть
Fig. 2. Plan and facade of the Uchuzhny fence: K – fishing huts, H – gaps between the huts in the form of a fence made of piles and attached, M – grates "koshakov", N – balber hook tackle

Автоматизированая ловушка для лова остеровых в реке Урал Н-30. ИЛАК, была спроектирована в ПТО Касптехрыбпром автором в 1984–1985 гг., проводившим в 1980–1985 гг. экспериментальные работы с макетом осетровой ловушки (Грачев ,1990; Никоноров, Духовской, Грачев, 1991), показавшим ее хорошую работоспособность (рис. 3).



Рис. 3. Экспериментальная ловушка для механизированного лова осетровых в реке Урал, 1981–1985 гг.
Fig. 3. Experimental trap for mechanized sturgeon fishing in the Ural River, 1981–1985

В качестве крыльев использовались стальные канаты диаметром 3 мм, натянутые между забитыми в грунт сваями диаметром 76-92 мм с интервалом 60-90 мм, которые создавали низкочастотные вихревые звуки в диапазоне 30-80 Гц превышающие естественные шумы реки на 20-40 дБ, задерживающие и направляющие осетровых рыб к входу в ловушку коробчатой формы с входными усынками, доставляемую на место лова и обслуживаемую с палубы катамарана (Воловова, Грачев 1992, 1993). В концевой части ловушки в нише на дне располагалась подъемная металлическая решетка. Для подъема решетки в макете использовали портал и ручную лебедку, в опытной установке электрическую лебедку (рис. 4).

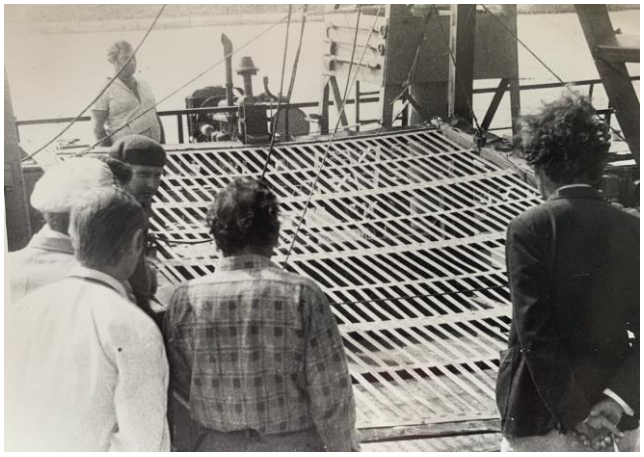


Рис. 4. Подъёмная площадка рыбоуловителя Н30-ИЛА.К в верхнем положении, автор и члены приемочной комиссии Каспрыбы, май 1986 г.
Fig. 4. Lifting platform of the H30-ILA.K in the upper position, author and members of the Kaspryba Acceptance Committee, May 1986

Управление ловом осуществлял оператор в полуавтоматическом режиме. Для концентрации рыбы в рыбоуловителе на верхних балках каркаса ловушки размерами 18 х 6 х 4,5 м и весом 12 т вместе с оборудованием для выборки улова устанавливались рельсы, по которым перемещалась каретка с вертикально опускаемой/поднимаемой побуждающей решеткой с электроприводами. В исходном положениии побуждающая решетка поднята на 1 м над полом рыбоуловителя располагается в крайнием положении у входных усынок. Цикл лова включает опускание решетки, перемещение каретки до подъемной площадки, ее подъем, наклон и выгрузка рыбы. Операция выполняется либо последовательным включением приводов, либо одной кнопкой на пульте оператора «переборка». Кнопкой «возврат» автоматически опускается подъемная площадка, после чего поднимается побуждающая решетка и каретка откатывается в крайнее рабочее положение. Цикл переборки выполнялся за 90 с. Схема работы ловушки была заимствована нами из рыбопропускных сооружений ГЭС, (Никоноров, Малеванчик, 1984), в отличие от которых нами использовались задерживающие и направляющие крылья из

канатов, устанавливаемые под углами 45–30 %, которые значительно увеличивали эффективность лова.

Исторический опыт лова осетровых рыб ватажными и учужными забойками и проведенные автором эксперименты по автоматизированному лову осетровых и других видов рыб в реках Урал и Волга показывают, что автоматизация переборки рыболовных ловушек возможна и целесообразна.

Трудоемкий метод перегрузки улова в сетном рыболовстве сталкивается с проблемами снижения производительности, эффективности и повышенного операционного риска из-за проблемы старения и нехватки рабочей силы. Для решения этих проблем в исследовании японских авторов (Дайсуке Китазава и др., 2020, 2021) было предложено новое устройство для перегрузки улова с использованием гибких пожарных шлангов и сети, которая помещается на дно камеры рыболовной ловушки. Шланги надувались воздухом, нагнетаемым в один край сачка, и сила плавучести увеличивалась: сачок постепенно всплывал, загоняя рыбу в противоположный край. Для того чтобы эффективно и безопасно загнать рыбу в угол и добыть ее, изменение параметров формирования и движения шланговой сети имеет большое значение и подробно исследовано авторами.

Результаты и их обсуждение

Результаты показали, что шланговая сеть может постепенно всплывать в идеальной форме и плавно тонуть за счет естественной вытяжки и растяжения на дне резервуара с водой. Время и средняя скорость процессов всплытия и погружения зависели от давления воздуха и скорости воздушного потока, что позволяло на практике управлять движением сетки путем регулировки воздушного потока.

В ходе испытаний по захвату живой рыбы большая часть рыбы до 78,25 % была направлена в мешок для рыбы. Также наблюдались два основных явления, связанных с неудачей при захвате. В целом авторы ожидают, что это разработанное ими автоматизированное устройство для захвата рыбы будет успешно использоваться в современном рыболовстве. Однако в настоящее время японская рыбная промышленность сталкивается с проблемой: нехваткой преемников, вызванной старением населения. При внедрении новых технологий будет достаточно нескольких рыбаков, хотя бы одного. Поэтому для решения этой проблемы необходимо разработать автоматизированную систему переборки ловушки и транспортировки улова.

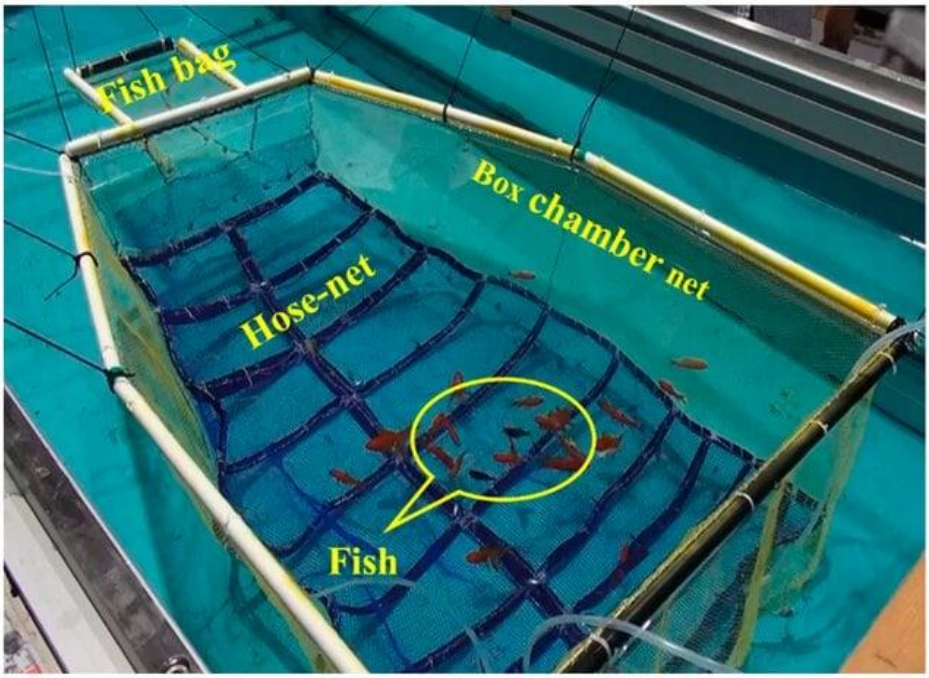


Рис. 5. Макет концевой ловушки 1 : 10 ставного невода в опытовом бассейне
Fig. 5. Layout of the 1 : 10 end trap of the shut-off seine in the experimental pool

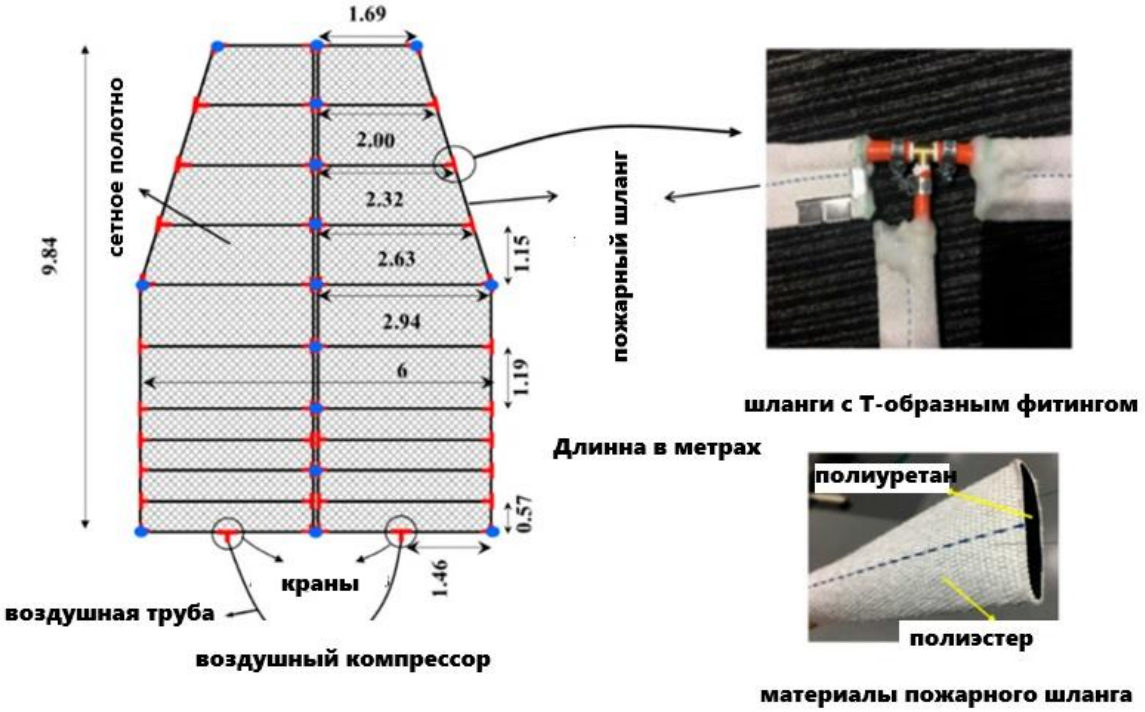


Рис. 6. Структура новой разработанной шланговой сети. Составлено автором
Fig. 6. The structure of the newly developed hose net

Были использованы три вида экспериментальных рыб: японская золотая рыбка вакин, бахромчатохвостая золотая рыбка и золотая рыбка с жемчужной чешуей размерами от 3 до 7 см. При этом опытная рыба с вероятностью до 75 % успешно перемещалась к зоне выгрузки, побуждаемая всплывающей сетной конструкцией с воздушными шлангами.

Традиционная коробчатая форма ловушки, на наш взгляд, не способствует полной выгрузке рыбы, так как в процессе переборки образуются карманы и зазоры, в которые уходит до четверти перемещаемых рыб.

При повторных переборках ловушки в реальных условиях промысла этот процесс будет возрастать, так как рыбы самообучаются.

С целью улучшения процесса побуждения рыбы в сторону сливной части шланговой сеткой и снижения доли не перемещенных рыб нам представляется целесообразным концевые коробчатые камеры ловушки выполнять в виде полусфер, при этом использовать входные тунели в виде криволинейных усынок по типу горла кувшина с переменным углом атаки сетного полотна к направлению входящей рыбы, плавно уменьшая его до паралельного расположения в конце усынок. В полусферах нет углов и карманов, и побуждающая сетка будет подниматься, перемещая рыб в выбранную сторону сегмента эффективнее, способствуя полной выгрузке улова.

На рис. 7 приведена схема наиболее распространенной японской сетной ловушки типа Отоши-Ами, где две камеры ловушки традиционной коробчатой формы заменены на полусферические с удлиненными входными устройствами криволинейной формы. Полуферическая форма не имеет углов и карманов, где может оставаться рыба при переборке, причем выгрузку можно производить в любом секторе сегмента, либо из центра ловушки, если подавать воздух от стенок по шлангу в виде спирали, при этом выгрузка рыбы может быть выполнена с помощью рыбонасосных устройств.

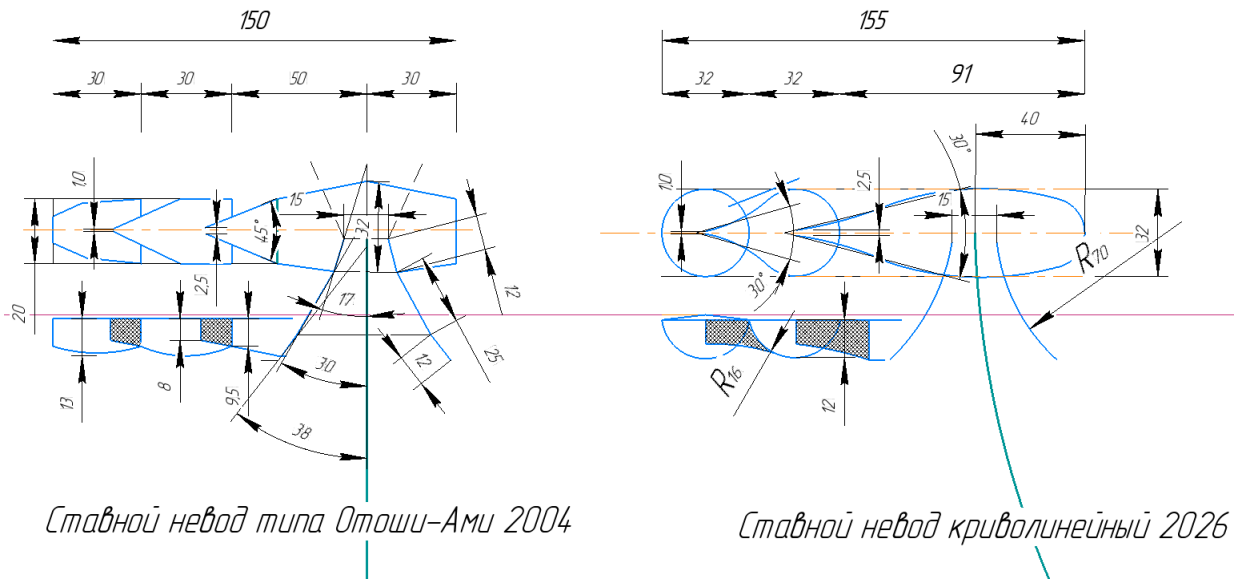


Рис. 7. Схема ставного невода типа Отоши-Ами и криволинейного ставного невода
Fig.7. Scheme of an Otoshi-Ami type set-net and curved set-net

Простые расчеты показывают, что эквивалентные по обьему традиционным коробчатым камерам ставного невода типа Отоши-Ами полусферические должны иметь диаметр 28 м, что соответствует объему около 5700 м^3. Учитывая возможность автоматизированной выгрузки улова при использовании подьемных сеток, приводимых в движение с помошью подаваемого в шланги воздуха, целесообразно увеличить диаметр до 32 м и, соответсвенно, обьем камер будет станет более 8500 м^3, вписав их в существующую систему удержания сетной части невода на плаву (каркас). В работе (Сиеджи Акиява, Сатоши Каихара, 2006) было установлено, что увеличение объема ловушек способствовало накоплению лососевых рыб (рис. 8). При этом площадь поперечного сечения на входе усынок в традиционных камерах ловушки равна 234 м^2, а в сферических – уже 308 м^2, при одинаковой площади сечения усынок в первой камере 20 м^2, а во второй 8 м^2, которая остается неизменной.

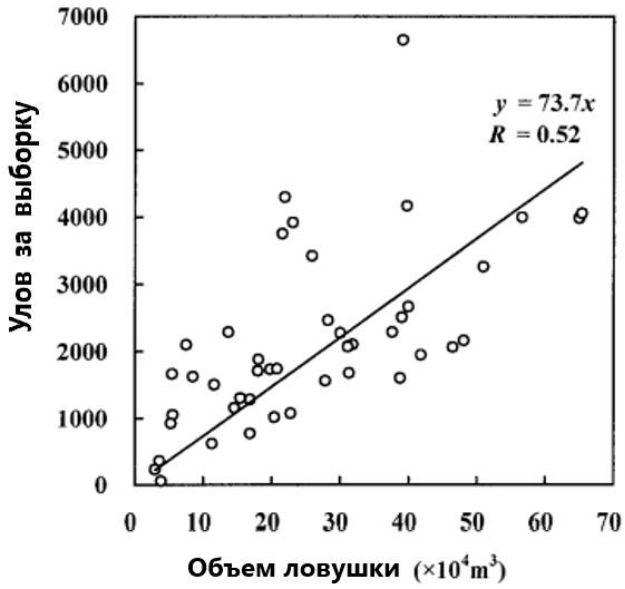


Рис. 8. Соотношение между объемом мешка-нетто и уловом лосося в расчете для крупномасштабных сетей в префектуре Иватэ
Fig. 8. The ratio between net bag volume and salmon catch calculated for large-scale nets in Iwate Prefecture

Предложеные формы и изменения конструкции ловушки, с одной стороны, позволяют эффективнее побуждать рыбу в сливную часть камеры с использованием сжатого воздуха по приведеной выше схеме японских исследователей, снижая вероятность не полной выгрузки рыбы, с другой, изменение размеров и форм ловушки, включая криволинейную форму крыла, способствет повышению эффективности лова.

Наши исследования в области математического моделирования поведения рыб в ловушках показали, что вероятность нахождения рыбой выхода зависит от отношения площади входного устройства к поперечной площади ловушки, а также от угла установки усынок к диаметральной плоскости ловушки (углу встречи рыбы с сетной стенкой входных усынок). Удерживающую способность ловушки Q в зависимости от углов установки открылков α и относительной величины площади входного устройства к площади поперечного сечения камеры можно определить как разницу между вероятностью входящей и выходящей рыбы (Грачев, 2012).

$$Q = [(1 - Sg)/S][[(1 + \cos\alpha)/2] - [(1 - \cos\alpha)/2]]e^{-k(Sg)}. \quad (1)$$

Данные расчетов показывают, что с уменьшением относительной площади входного устройства и углов установки усынок вероятность удержания рыб в ловушке возрастает, при этом необходимо учитывать, что уменьшение площади входного устройства заметно снижает вероятность прохода рыбы в ловушку, поэтому целесообразно обеспечивать достаточно большую площадь поперечного сечения ловушки исходя из вида рыб и размеров стаи.

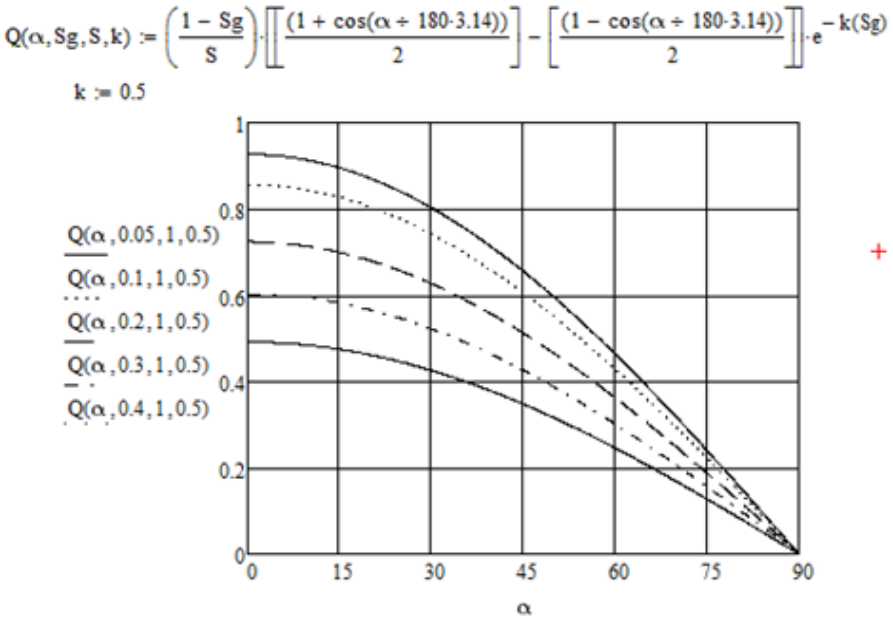


Рис. 9. Зависимость коэффициента удерживающей способности камеры ловушки Q = f (α, Sg, S, k) от относительной величины площади входного устройства усынок Sg к площади поперечного сечения камеры S и угла установки усынок к направлению перемещения рыб α

Fig. 9. Dependence of the retention coefficient of the trap chamber Q = f (α, Sg, S, k) on the relative size of the area of the inlet device of the entrance device Sg to the cross-sectional area of the chamber S and the angle of installation of the entrance device to the direction of movement of the fish α

Для традиционных коробчатых камер вероятность удержания рыбы Q в соответсвии с формулой (1) составляет для первой камеры 64 %, для второй – 71 %, а в случае полусферической формы 77 и 0,84 % соответственно. При этом для дворов этот показатель равен 51 и 58 % соотвественно. Таким образом, вероятность удержания рыб традиционной ловушкой равна 23,1 %, а криволинейной – 37,5 %, что на 61,6 % выше.

Вероятность направления рыб криволинейном крылом к входу в ловушку (Грачев, Грачев, 2013) мы оцениваем до 65 %, против 50 % прямым крылом, перпендикулярным береговой линии в соответсвии с формулой

$$Q(b) := \sum_{i=0}^{n-1} \frac{\left[1 + \cos\left[\alpha - i\cdot\left(b\cdot\frac{\pi}{180}\right)\right]\right]\cdot e^{-kL}\cdot z(i)\cdot \sin\left[\alpha - i\cdot\left(b\cdot\frac{\pi}{180}\right)\right]}{2n}, \quad (2)$$

где L – длина крыла; k – коэффициент, учитывающий долю рыб, идущих вдоль крыла, которая дойдет до входа в ловушку; α – начальный угол установки крыла (береговой секции); n – количество секций крыла; i – номер секции; z – закон распределения плотности рыбы; b – угол между соседними секциями; b0 – оптимальный угол между двумя смежными секциями.

Как мы ранее показали, веротяности направления рыб крыльями зависят от углов и способов их установки.

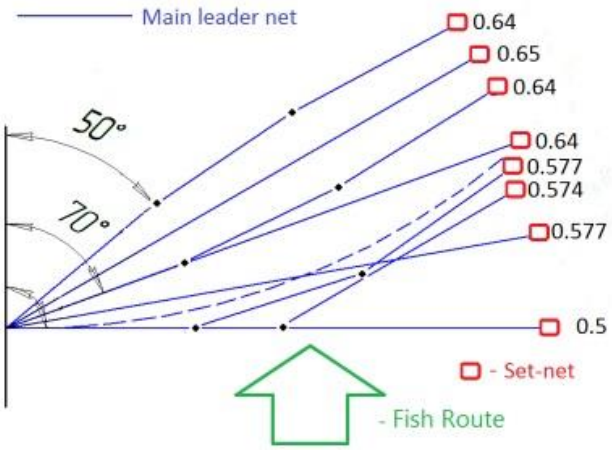


Рис. 10. Значение относительных долей рыб, направляемых крыльями в ловушку при различных схемах установки

Fig. 10. The value of the relative proportions of fish guided by the wings into the trap under various installation schemes

С учетом изменений конструктивных элементов полная уловистость традиционной ловушки оценивается нами как произведение вероятностей направления рыб в ловушку крылом и удержания рыб на разных этапах лова (Грачев, Мельников, 2006) без учета ухода через сетное полотно и другими способами величиной 13 %, а криволинейной 22 %. При этом мы не учитывали криволинейную форму всех усынок, которая, с одной стороны, повышает вероятность входа рыбы в камеру, с другой, снижает вероятность ее выхода в сравнении с традиционными прямыми. Необходимо отметить, что японские рыбаки в схемах неводов типа Отоши-Ами используют входные усынки во двор из трех секций с постепенным уменьшением угла атаки с 40 до 15 градусов, приближая их форму к криволинейной и увеличивая вероятность захода рыб во двор. Эту практику считаем целесообразно перенести и на остальные элементы конструкции, включая пары усынков и «подъемных дорог», плавно уменьшая углы их установки до параллельных друг другу и поверхности воды, как показано на нашей схеме.

Таким образом, рыболовная ловушка с криволинейными элементами в виде полусферических камер с криволинейнми усынками, двором и крылом с автоматизацией выгрузки улова будет обладать увеличенной до 60 % уловистостью в сравнении с традиционной ловушкой коробчатой формы и способствовать эффективной выгрузке улова. Кроме того, полусферическая форма камер и эллипсоидная форма двора ловушки с криволинейными усынками и крылом будут иметь значительно меньшее гидродинамическое сопротивление течению, лучшую штормоустойчивость при любом направлении, сохраняя работоспособность в свежую погоду. Проектирование и изготовление сетных камер в виде полусфер не представляется трудоемким и сложным, кроме того, поверхность сферы всегда меньше коробчатой аналогичного обьема, в связи с чем расход сетематиалов может быть снижен, а остальные элементы силового каркаса

невода могут оставаться без изменений. Дополнительно в новую схему ловушки следует включить гидроакустические датчики для оценки концентрации рыбы в камерах с целью оптимизации процессов выгрузки улова, которые в послдние годы широко применяют японские рыбаки.

Заключение

Предложена инновационная схема ставного невода с полусферическими камерами и криволинейными крыльями и усынками с увеличенной вероятностью лова рыб до 60 % в сроавнении с традиционной коробчатой, позволяющая надежнее выполнять автоматизированные операции по вызрузке рыбы в любую сторону сегмента полусферы, применяя шланговые сетные системы при подаче сжатого воздуха.

Благодарности

Выражаю признательность профессору Дайсукэ Китазава, доктору технических наук, профессору Токийского университета в Касиве, автору статьи «Исследование эффективности и целесообразности использования нового автоматизированного устройства для сбора и транспортировки рыбы с помощью гибкой сетчатой конструкции в ставном неводе» за отзыв на наши предложения по криволинейной форме ловушек.

«Большое спасибо за ваши ценные замечания. Несмотря на то, что в нашей статье речь идет об общей форме ловушечной сети, в зависимости от вида рыбы используются различные формы сетей. В настоящее время мы сосредоточены на разработке системы, которую можно будет использовать с существующими коробчатыми сетями. Однако в будущем ловушечный промысел может претерпеть изменения. Форма сетей может существенно измениться, а в самих сетях может отпасть необходимость. (Несколько сотен лет назад коробчатые сети не использовались.) Я надеюсь, что ваша инновационная идея получит дальнейшее развитие!» С наилучшими пожеланиями, Дайсукэ

Acknowledgments

I would like to express my gratitude to Professor Daisuke Kitazawa. Doctor of Engineering, Professor at The University of Tokyo, Kashiwa, Japan, the author «Performance and Feasibility Study of a Novel Automated Catch-Hauling Device Using a Flexible Hose Net Structure in Set-Net» for your feedback on our suggestions on the curved shape of traps.

«Thank you very much for your valuable comments. Although our paper focuses on a general shape for the box chamber net, various forms of the net are used depending on the fish species. We are currently focusing on developing a system that can be used with existing box chamber nets. However, set-net fishery may be reformed in the future. The shape of box chamber nets may change significantly, or box chamber nets may no longer be necessary. (We did not use a box chamber net a few hundred years ago.) I hope that your innovative idea will develop more!» With best regards, Daisuke

Список источников

1. Равинский И. В. Хозяйственное описание Астраханской и Кавказской губерний по гражданскому и естественному их состоянию в отношении к земледелию, промышленности и домоводству / Сочиненное по начертанию Императорского Вольного экономического общества высочайше одобренному, и тщанием и иждивением оного Общества изданное. Санкт-Петербург : Императорская тип., 1809. VI, 527, XIV, [1] с., [13] л. ил., пл., черт., карт., табл. ; 19,8 х 12,7 см.

2. Грачев А. А. О целесообразности замены речного закидного невода ловушкой // Рыбное хозяйство. 1990. № 12. С. 99.

3. Никоноров И. В., Духовской В. В., Грачев А. А. О возможности лова осетровых стационарными установками // Рыбное хозяйство. 1992. № 11. С. 91–92.

4. Воловова Л. А., Грачев А. А. Применение вибрирующих в потоке воды элементов для направления нерестующих рыб в рыбоуловители // Доклады научно-технического симпозиума «Использование физических раздражителей в целях развития морского рыбного промысла». М., 1992. С. 93–94.

5. Воловова Л. А., Грачев А. А. Аномалии низкочастотного акустического поля направляющих крыльев рыбоуловителя «Н30-ИЛАК» // Сб. научных трудов ВНИРО. М., 1993. С. 94-99.

6. Малеванчик Б. С., Никоноров И. В. Рыбопропускные и рыбозащитные сооружения М. : Легкая и пищевая промышленность, 1984. 256 с.

7. Грачев А. А., Мельников В. Н. Промыслово-экологические проблемы повышения эффективности использования запасов промысловых рыб : монография. Астрахань : Издательский дом «Астраханский университет», 2006. 207 с. ISBN 5-88200−939−1.

8. Грачев А. А. Оценка показателей вероятности задержания и направления рыб крылом ловушки // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. 2012. № 1. С. 30–35.

9. Грачев А. А. Оценка уловистости ловушки с учетом времени застоя // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. 2012. № 1. С. 36–43.

10. Грачев А. А., Грачев Д. А. Новый способ установки крыла ставного невода // Научные Труды Дальрыбвтуза. 2013. Т. 28. С. 44–49.

11. Грачев А. А., Сокольский А. Ф., Рабазанов Н. И., Курбанов М. С., Вагабова Н. А-В. Эколого-биологическое и техническое обоснование рационального промысла биоресурсов в Каспийском море. Махачкала : Издательство ДГУ, 2024. 206 с.: ил. ISBN 978-5-9913-0282.

12. Grachev A. A. (2024) Theoretical Foundations of Effective Trap Fishing, 65. https://www.researchgate.net/publication/380185091.

13. Li Q., Li Y., Mizukami Y., Dong S. C., Yoshida T., Kitazawa D. Experimental Study on Fish-Harvest Performance of the Flexible Hose Net. In Proceedings of the ASME 2020 39th International Conference on Ocean, Offshore and Arctic Engineering, Virtual, 3–7 August 2020. OMAE2020-18513.

14. Li Q., Li Y., Mizukami Y., Dong S. C., Yoshida T., Kitazawa D. Performance and Feasibility Study of a Novel Automated Catch-Hauling Device Using a Flexible Hose Net Structure in Set-Net. September 2021 Journal of Marine Science and Engineering (JMSE) 9(9):1015 https://www.researchgate.net/publication/354663707.

15. Seiji Akiyama, Satoshi Kihara. Accumulation performance of large-scale set nets in Iwate Prefecture for chum salmon Oncorhynchus keta Nihon-Suisan-Gakkai-Shi, July 2006. https://www.ResearchGate.net/publication/238449490.

16. Li, Q.; Dong, S.; Furuichi, D.; Mizukami, Y.; Kitazawa, D. Water-Tank and Semi-Field Experimental Investigation of a Hose Net Fish-Hauling Device for Next-Generation Set-Net Fishing. J. Mar. Sci. Eng. 2024, 12.

Сведения об авторе

А. А. Грачев – кандидат технических наук, доцент, член президиума Астраханского регионального отделения ООО «Всероссийское общество охраны природы».

Information about the author

A. A. Grachev – PhD in Engineering Sciences, Associate Professor, Member of the Presidium Astrakhan Regional Branch of the All-Russian Society for Nature Conservation LLC.

Статья поступила в редакцию 04.08.2026; одобрена после рецензирования 28.08.2026; принята к публикации 10.09.2026.

The article was submitted 04.08.2026; approved after reviewing 28.08.2026; accepted for publication 10.09.2026.

© Грачев А. А., 2026.

«Ставные невода с криволинейными формами и автоматизированной выгрузкой улова» [Грачев А. А.] распространяется под лицензией Creative Commons Attribution (CC BY 4.0).