

ПРОМЫШЛЕННОЕ РЫБОЛОВСТВО

УДК:639.2.081.117

**ПРОБЛЕМЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ И УВЕЛИЧЕНИЯ УЛОВИСТОСТИ  
РЕЧНЫХ ЗАКИДНЫХ НЕВОДОВ В ДЕЛЬТЕ РЕКИ ВОЛГА**

©2015 г. В. Н. Чурунов, Е. П. Новожилов\*, Д. А. Кострыкин\*

*Астраханский государственный университет, Астрахань, 414056*

*\*Астраханский государственный технический университет, Астрахань, 414056*

*E-mail: kda797@mail.ru*

Поступила в редакцию 10.07.2014 г.

В статье в хронологическом порядке с начала XX века по настоящее время показаны способы определения и методики расчета разными исследователями коэффициентов уловистости речных закидных неводов. Предложены метод определения и аналитическое выражение для расчета коэффициента уловистости.

*Ключевые слова:* речной закидной невод, коэффициент уловистости, зона действия невода, вероятность лова, интенсивность хода рыб.

**ВВЕДЕНИЕ**

Лов речными закидными неводами ведется уже несколько сотен лет. Ими вылавливают все основные виды речных рыб. Это мощные орудия лова, например, в дельте Волги их уловы достигали до 100 т за замет.

Одним из основных показателей работы орудий лова является коэффициент уловистости.

Цель работы — анализ разных способов и методов определения коэффициента уловистости речных закидных неводов для выявления их сильных и слабых сторон с последующим решением задач повышения коэффициента уловистости при лове рыбы речными закидными неводами в дельте реки Волга.

**МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА**

По мнению Баранова (1923), успешность лова характеризуется отношением величины улова ко всему количеству прошедшей через тоню рыбы. Он предложил выражать ее следующей формулой:

$$\varphi = N_u / N, \quad (1)$$

где  $N_u$  — улов невода за цикл, шт.;  $N$  — количество рыбы, прошедшей через акваторию тони за время лова, шт. В дальнейшем это отношение названо коэффициентом уловистости.

Развивая это выражение, Баранов предположил, что:

$$\varphi = \frac{\int y dx_1 + V_p \int y dt}{V_p B T_0}, \quad (2)$$

где  $\int y dx_1$  — площадь, описываемая бежным клячом на потоке рыбы,  $m^2$ ;  $\int y dt$  — площадь диаграммы времени,  $m \cdot c$ ;  $V_p$  — скорость движения рыбы вверх по реке,  $m/c$ ;  $B$  — ширина реки в месте лова,  $m$ ;  $T_0$  — время, протекающее между двумя последующими заметами невода,  $c$ .

Интегралы в формуле (2) берутся в пределах от начала замета до прихода к берегу бежного кляча, и Баранов (1923), видимо, считал, что во время всплывания невода рыба из него не выходила. Из формулы (2) следует, что при увеличении площади облова и времени лова коэффициент уловистости должен увеличиваться. Однако эксперименты показали, что эта зависимость более сложная. Площадь облова имеет предел, а время лова должно быть оптимальным.

По подсчетам Баранова (1971), весной на научной тоне в дельте р. Волга  $\varphi = 0,26$ , а погрешность вычислений составила  $\pm 25\%$ .

Войниканис-Мирский (1969) под коэффициентом уловистости закидного невода понимал отношение разового улова ко всему количеству рыб, находящихся за время лова в зоне облова:

$$\varphi = Q_u / Q = \beta \delta, \quad (3)$$

где  $Q_u$  — разовый улов невода за цикл;  $Q$  — количество рыбы в зоне облова невода за время лова;  $\beta$  — коэффициент захватывания рыб (в процессе лова);  $\delta$  — коэффициент удерживания рыб (в замкнутом неводе).

Мельников и Пальгуй (1981), предлагая свою математическую модель лова осетровых речными неводами, представили коэффициент уловистости в ином виде:

$$\varphi = (1 - \varphi_1 - \varphi_3 - \varphi_4 - \varphi_5 - \varphi_6)(1 - \varphi_2), \quad (4)$$

где  $\varphi_1, \varphi_3 - \varphi_6$  — коэффициенты, учитывающие уход рыб из невода (до его замыкания) разными путями;  $\varphi_2$  — коэффициент, учитывающий уход рыб из замкнутого невода (в период выборки).

Позже (Мельников В., Мельников А., 2012) коэффициенты  $\varphi_1 - \varphi_6$  были заменены на вероятности ухода рыб из невода разными путями:

$$\varphi = (1 - p_1 - p_3 - p_4 - p_5 - p_6)(1 - p_2), \quad (5)$$

где  $p_1, p_3 - p_6$  — вероятности, учитывающие уход рыб из невода (до его замыкания) разными путями;  $p_2$  — вероятность, учитывающая уход рыб из замкнутого невода (в период выборки).

В общем виде эта формула приобрела иной вид (Грачев, Мельников, 2006; Мельников, 2011):

$$\varphi = (1 - \sum_1^i P_i)(1 - \sum_1^j P_j), \quad (6)$$

где  $P_i$  и  $P_j$  — вероятности возможного ухода рыб соответственно на первом и втором этапах речного неводного лова.

В мире широко развит способ определения уловистости орудий рыболовства

с помощью запуска в зону облова меченых рыб (Трещев, 1983). Применялся он и для речных неводов (Лексуткин, 1947, 1957; Вереин, 1968; Павлов, 1968; Новожилов, 1968, 1969; Вереин, Пальгуй, 1981). Коэффициент уловистости неводов (а точнее, коэффициент возврата меток) для частичковых рыб (вобла, лещ, сазан) колебался от 0,21 до 0,36, для осетра — от 0,10 до 0,45, а для севрюги — от 0,05 до 0,70 (табл. 1).

Столь значительный разброс (по частоту — в 1,7, по осетру — в 4,5 раза, а по севрюге — в 14 раз) свидетельствует о значительном непостоянстве факторов, влияющих на процесс лова и уловистость. Как видим, метод запуска меченых рыб тоже неточен. Во-первых, для этого нужны специальное оборудование, люди и время. Во-вторых, поведение рыб, пойманных, помеченных и выдержанных в садках до подвоза к месту запуска, отличается от такового других рыб, идущих на нерест. В-третьих, не известно, в каких точках акватории тони нужно выпускать рыб и в каких количествах, чтобы результат был достоверным. В-четвертых, при уловах более 1 т (6—8 тыс. экз.) трудно выбрать всех помеченных рыб.

Вереин (1995) попытался объединить два метода — аналитический и экспериментальный. Методом математического анализа он установил, что:

$$\varphi = \frac{3P_{\max} - P_{\min}}{2(\ln P_{\max} - \ln P_{\min})} - \frac{P_{\max}}{2}, \quad (7)$$

где  $P_{\max}$  — вероятность поимки рыбы у рабочего берега тони (по середине ее);  $P_{\min}$  — вероятность поимки рыбы у сетной стенки невода внутри площади облова в точке, наиболее удаленной от рабочего берега тони.

Параметры, полученные Вереиным, мало отличаются от многолетних данных других экспериментов, но он не указывал, какова достоверность полученных им коэффициентов.

Более простым кажется практический метод определения коэффициента уловистости при сравнении уловов рядом расположенных тоней, ранее предложенный Барановым (1923):

$$\varphi = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}, \quad (8)$$

где  $Q_1$  и  $Q_2$  — уловы первого и второго неводов.

Верейн и Пальгуй (1981) апробировали еще один метод определения коэффициента уловистости закидных неводов. Он заключался в том, что подсчет всех осетровых

**Таблица 1.** Экспериментальные значения коэффициентов захватывания ( $\beta$ ), удержания ( $\delta$ ) и уловистости ( $K$ )

Проведение экспериментов		Вид рыб	Коэффициент			Источник
Год	Место		$\beta$	$\delta$	$K$	
1914	Дельта р. Волга, экспериментальная тоня				0,25 <sup>2</sup>	Баранов, 1971
1947	Р. Волга, тоня «Краснознаменная»	Лещ, сазан, вобла	0,20 0,40	0,50 0,50	0,10 <sup>1</sup> 0,20 <sup>2</sup>	Андреев, 1949
1947	Р. Волга, тоня «Коллективная»	Лещ, сазан, вобла	0,29	0,55	0,16 <sup>1</sup>	Лексуткин, 1952
1950	Р. Обь, тоня «Колпашевская»		0,50	0,60	0,30 <sup>2</sup>	Иоганзен, 1952
1967	Р. Волга, тоня «Мужичья»	Осетр взрослый, молодь осетра, севрюга взрослая, молодь, гибрид	0,49 0,36 0,49 0,26	0,33 0,67 0,36 1,00	0,16 <sup>2</sup> 0,24 <sup>2</sup> 0,18 <sup>1</sup> 0,26 <sup>1</sup>	Павлов, 1968
1967, 1968	Р. Волга, тони: «9-я Мая», «Молодежная», «8-я Огневка», «9-я Мая», «Молодежная», «8-я Огневка»	Лещ Вобла, лещ Вобла, лещ Лещ, лещ, вобла Лещ, лещ, вобла Лещ, лещ, вобла	0,43 0,43 0,45 0,35 0,54 0,43 - 0,43 0,45 - 0,35 - 0,54 -	0,83 0,73 0,72 0,60 0,50 0,82 0,85 <sup>1</sup> 0,73 0,69 0,75 <sup>1</sup> 0,6 0,48 <sup>2</sup> 0,52 0,44 <sup>1</sup>	0,36 <sup>2</sup> 0,31 <sup>1</sup> 0,32 <sup>1</sup> 0,21 <sup>2</sup> 0,27 <sup>2</sup> 0,36 <sup>2</sup> - 0,31 <sup>1</sup> 0,32 <sup>2</sup> - 0,21 <sup>1</sup> - 0,27 <sup>1</sup> -	Новожилов, 1969, 1979
	«Белячная»	Лещ, лещ, вобла	- - -	0,36 <sup>2</sup> 0,41 <sup>1</sup> 0,44 <sup>1</sup>	- - -	
1972	Р. Волга, тоня «Мужичья»	Осетровые, лещ, вобла	0,58 <sup>2</sup> 0,53 <sup>2</sup> 0,53 <sup>2</sup>	-	-	Куинь-Конг-Хоа, 1973
1968–1995		Осетр, лещ	-	-	0,23 <sup>1</sup> 0,44 <sup>2</sup>	Верейн, 1995

**Примечание.** Данные только за: <sup>1</sup>весну, <sup>2</sup>осень.

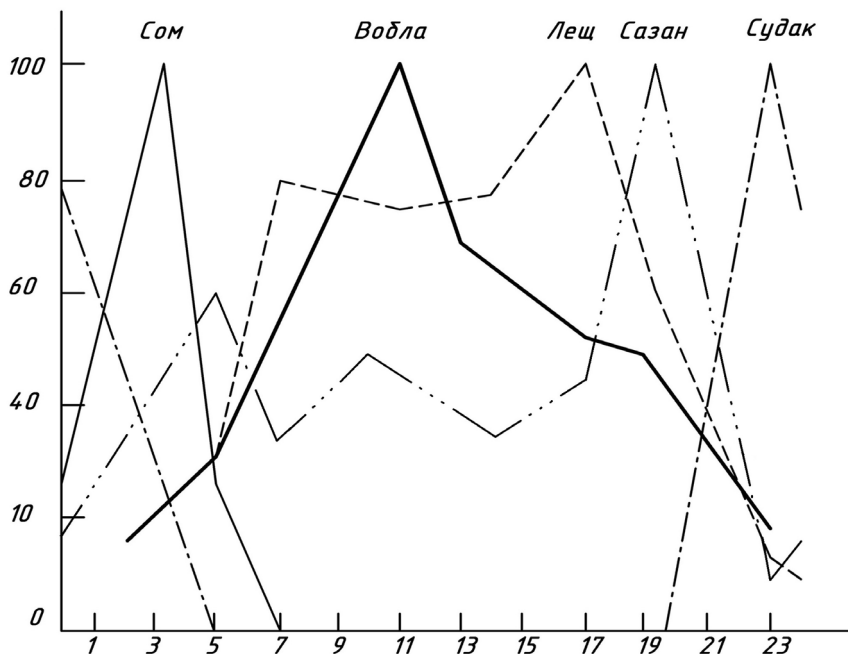
рыб, находящихся на площади облова невода, производили с помощью эхолота (с вертикальным лучом), который был расположен на катере. Но этот гидроакустический метод оказался неточным, так как быстро обрабатывать площадь в несколько тысяч квадратных метров эхолотом невозможно.

В других экспериментах Вереин и Пальгуй (1981) с помощью эхолота с вертикальным лучом измеряли зазоры между нижней подборой и дном реки, а также между верхней подборой и поверхностью воды во время всплывания неводов по тоне «Мужичья». В результате было установлено, что величина этих зазоров достигала 5–7 м. Причина этого кроется в неверных инженерных расчетах конструкции невода и технологии лова (загрузка невода, его высота и скорость буксировки).

Чтобы уменьшить уход рыбы под нижнюю подбору, в КаспНИРО была разработана и испытана конструкция донных фартуков (шириной 1–2 м), которые пришивались к нижней подборе; с ними уловистость невода в среднем увеличивалась вес-

ной на 24%, осенью — на 10% (Лексуткин, 1957). Позже аналогичные результаты получил Новожилов (1969) в экспериментах на тоне «Богатая».

Очевидно, что плотность концентрации рыб в неводе пропорциональна интенсивности хода рыб в реке (где интенсивность хода — есть количество рыб, проходящих через единицу площади сечения реки в единицу времени). А интенсивность хода (в свою очередь) зависит от ряда факторов: времени года, температуры воды, скорости движения рыб и течения, времени суток и т.д. Это наглядно видно из графиков (рисунок), построенных по материалам Павлова (1979), которые получены в результате опытных обловов в дельте Волги во время весенней путины. Как видим, интенсивность хода основных видов рыб (воблы и леща) днем в 3–5 раз выше, чем ночью. Исходя из этого, и коэффициент уловистости в течение суток будет меняться. Следует отметить, что некоторые параметры, влияющие на уловистость речных закидных неводов, исследовали экспериментально. Так, например, Баранов (1923) еще



Суточная динамика весеннего хода промысловых рыб в дельте Волги: по оси абсцисс — время, ч; по оси ординат — интенсивность хода рыб, %.

в 1914 г. проводил поочередный облов тоней неводами длиной 180 и 500 м. Оказалось, что при ширине реки 190 м и длине тони 400 м более короткий невод ловил в среднем в 2,5 раза больше рыбы, чем длинный. Лексуткин (1957) экспериментально на тоне «Краснознаменная» в дельте Волги (длина тони 1000 м, ширина реки 400 м) доказал, что невода длиной от 350 до 500 м ловили рыб на 20–25% больше, когда активное время лова составляло 30 мин вместо 20 мин, а при времени лова 35 мин уловы уменьшались на 44%. Он также показал, что форма не-

вода на замете очень важна. Максимальные уловы (на 30% выше средних) были в тех заметах, где отношение ширины перекрытия русла реки к длине невода составляло 0,65.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В то же время, исходя из материалов многочисленных экспериментальных исследований и наших наблюдений, можно предположить, что коэффициент уловистости является функцией многочисленных, постоянно меняющихся параметров и факторов:

$$\varphi = f\left(\frac{H}{h}, q, \frac{L_n}{B_p}, T_n, T_\delta, \beta, \alpha, t_a, \rho, A_p, V_p, E, T_d, T_c, V_t, F_n\right), \quad (9)$$

где  $\frac{H}{h}$  — отношение высоты невода в посадке к глубине облавливаемого участка;  $q$  — удельная загрузка невода;  $\frac{L_n}{B_p}$  — отношение длины невода к ширине реки;  $T_n, T_\delta$  — натяжение пятного и бежного урезков;  $\beta$  — угол подхода невода к притонку;  $\alpha$  — угол между пятным крылом и берегом тони;  $t_a$  — время активного лова невода за цикл;  $\rho$  — плотность концентрации рыб в реке;  $V_p$  — скорость рыбы;  $A_p$  — активность рыб (поведение);  $E$  — степень освещенности реки;  $T_d, T_c$  — время года и суток;  $V_t$  — скорость течения;  $F_n$  — форма невода на замете.

Определить аналитически все эти факторы не представляется возможным.

Как следует из формулы (8), если сравнить уловы двух последовательно (на одном берегу), рядом расположенных тоней с одинаковой технологией лова и параметрами тони лова и невода, то можно вычислить нужный коэффициент. Однако нам неизвестно, проводились ли такие исследования. Имея результаты годовых уловов стационарных тоней дельты Волги за 2004 г. (Чурунов, 2012), мы сравнили показатели близлежащих тоней по уловам воблы. У левобережных тоней «Научная» и «9-я Огневка», а также «10-я Огневка» и «Чкаловская» коэффициенты уловистости были 0,15 и 0,18 соответственно. Полученные

коэффициенты близки к тем, что были получены с помощью мечения рыб. Кроме этого, сравнение уловов разноречных тоней показало (Чурунов, 2012), что лицевые тони, расположенные на левом (пологом) берегу, имели уловы воблы и леца в несколько раз больше, чем правобережные тони, расположенные напротив них (табл. 2).

Причина этого кроется в неодинаковом и неравномерном распределении рыб в русле реки в период преднерестового хода. Более мелкие рыбы движутся вдоль пологих берегов, на небольших глубинах, где встречный поток воды слабее (Павлов, 1979).

Учитывая выявленные недостатки, предлагается (Чурунов, 2012) другой метод. Он предполагает наличие эхолота с горизонтальным лучом и эхоинтегратора, суммирующего всех проходящих по акватории тони рыб. Эхолот устанавливается на притонке у берега, лучом к противоположному берегу. Такие эхолоты уже есть в продаже (например FLSGold, FLS II).

При этом подсчет можно будет вести по следующей формуле:

$$\varphi = \frac{Q_u}{2I_3 t_3 B_T H_{cp}}, \quad (10)$$

где  $Q_u$  — улов за цикл лова, шт.;  $I_3$  — интенсивность захода рыб на акваторию тони (по показаниям эхоинтегратора), шт/м<sup>2</sup>·с;

**Таблица 2.** Сопоставление уловов на тонях, расположенных на разных берегах

Вид рыб	Тоня		Разница уловов, %
	левобережная	правобережная	
Лещ	«Научная» 351-я	«10-я Огневка» 86-я	400
	«9-я Огневка» 268-я	«Чкаловская» 97-я	276
Вобла	«Научная» 155-я	«10-я Огневка» 24-я	646
	«9-я Огневка» 132-я	«Чкаловская» 19-я	695

$t_z$  — продолжительность захода рыб в зону облова, с;  $B_T, H_{cp}$  — средняя ширина и глубина на тоневаем участке, м.

Из всего изложенного следует, что аналитическими методами определить коэффициент уловистости невозможно, метод мечения рыб довольно сложный и неточный, а достаточно надежный гидроакустический метод (с горизонтальным трактом) пока не доведен до массового применения. Лов речными закидными неводами ведут частные фирмы, артели и другие организации, которые не заинтересованы в финансировании инновационных технологий. Эти инертные действия частного бизнеса приводят к недопониманию значения результатов внедрения эхоинтегратора: прицельные заметы, исключение пустых заметов, меньшая интенсивность лова, снижение износа неводов и расхода энергоресурсов и т.д.

Грамотное использование описанных методов и технологий позволит значительно увеличить уловистость речных закидных неводов, снизить себестоимость добычи рыбы, более точно определять запасы биоресурсов и соответственно квоты их вылова.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Андреев В. Г. Повышение уловистости речных закидных неводов // Рыб. хоз-во. 1949. № 1. С. 6–8.

Баранов Ф. И. Об уловистости неводов // Тр. Астрахан. ихтиол. лаб. 1923. Т. 5. Вып. 1. С. 18–27.

Баранов Ф. И. Избранные труды. Т. III. Теория рыболовства. М.: Пищ. пром-сть, 1971. 304 с.

Верейн Е. Л. О коэффициентах уловистости речного закидного невода // Рыб. хоз-во. 1968. № 4. С. 48–51.

Верейн Е. Л. Оценка уловистости закидных неводов с использованием математических моделей // Вестн. АГТУ. 1995. № 2. С. 131–133.

Верейн Е. Л., Пальгуй В. А. Совершенствование метода определения коэффициента уловистости речного закидного невода // Рациональные основы ведения осетрового хозяйства. Волгоград: Нижне-Волжское изд-во, 1981. С. 35–36.

Войниканис-Мирский В. Н. О зонах влияния зонах действия и коэффициентах уловистости орудий промышленного рыболовства // Тр. Калининград. тех. ин-та рыб. пром-сти и хоз-ва. 1969. Вып. XXI. Промышленное рыболовство. С. 45–51.

Грачев А. А., Мельников В. Н. Промыслово-экологические проблемы повышения эффективности использования запасов промысловых рыб. Астрахань: Астрахан. гос. ун-т, 2006. 206 с.

Иоганзен Б. Г. Опыт изучения численности проходных сиговых и интенсивности рыболовства на средней Оби // Тр. Том. гос. ун-та. 1952. Т. 119. С. 38–42.

Куинь-Конг-Хоа. Исследование уловистости волжских закидных неводов при

лове осетровых рыб: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. М.: ВНИРО, 1973. 28 с.

Лексуткин А.Ф. Проверка уловистости орудий лова мечением рыб // Рыб. хоз-во. 1947. № 9. С. 16–17.

Лексуткин А.Ф. Некоторые данные об уловистости речных неводов в дельте Волги // Тр. КаспНИРО. 1952. Т. 12. С. 269–276.

Лексуткин А.Ф. О некоторых факторах, влияющих на улов рыбы речным закидным неводом // Там же. 1957. Т. XIII. Вып. 2. С. 3–23.

Мельников К.А. Оценка коэффициента уловистости орудий лова как относительной меры промыслового усилия // Вестн. АГТУ. Сер. рыб. хоз-во. 2011. № 2. С. 27–34.

Мельников В.Н., Мельников А.В. Закидные невода. Техника. Теория. Проектирование. Астрахань: АГТУ, 2012. 296 с.

Мельников В.Н., Пальгуй В.А. Математическая модель речного закидного неводного лова // Рациональные основы ведения осетрового хозяйства. Волгоград: Нижне-Волжское изд-во, 1981. 160 с.

Новожилов Е.П. Экспериментальное определение коэффициентов уловистости речных закидных неводов // Рыб. хоз-во. 1968. № 12. С. 48–49.

Новожилов Е.П. Исследование уловистости волжских речных закидных неводов // Тр. Саратов. отд. ГосНИОРХ. 1969. Т. 9. С. 63–71.

Новожилов Е.П. Концентрация рыбы в речном закидном неводе // Рыб. хоз-во. 1979. № 7. С. 57–58.

Павлов А.В. Определение уловистости речных закидных неводов // Там же. 1968. № 2. С. 48–49.

Павлов Д.С. Биологические основы управления поведением рыб в потоке воды. М.: Наука, 1979. 318 с.

Трещев А.И. Интенсивность рыболовства. М.: Лег. и пищ. пром-сть, 1983. 236 с.

Чурунов В.Н. Комплексный анализ и совершенствование речного закидного неводного лова рыб. Астрахань: Астрахан. ун-т, 2012. 263 с.

## PROBLEM DEFINITION AND INCREASE CATCHABILITY COEFFICIENT RIVER BEACH SEINE IN DELTA RIVER VOLGA

©2015 y. V. N. Churunov, E. P. Novozhilov\*, D. A. Kostrykin\*

*Astrakhan State University, Astrakhan, 414056*

*\* Astrakhan State Technical University, Astrakhan, 414056*

In an article in chronological order shows how the definitions and methods of calculating the coefficients of catchability river beachseine different researchers since the beginning of the XX century to the present. Proposed: a method of determining an analytical expression for calculating the coefficient of catchability.

*Keywords:* river beach seine, coefficient of catchability, coverage of the seine, the probability of fishing, intensity running fish.