

# Опыт оценки запасов стерляди в водохранилищах при минимальной численности ее популяции

Канд. техн. наук К.К. Карагойшиев – Саратовское отделение ФГБНУ «ГосНИОРХ»,  
gosniorh@mail.ru

**Ключевые слова:** молодь стерляди, эффективность зарыбления, пастбищное рыбоводство, оценка запасов

**В программе развития товарного осетроводства России стерляди, как объекту пастбищного пресноводного рыбоводства, отводится первостепенное место среди прочих осетровых, особенно в водохранилищах.**

**В настоящее время определение запасов стерляди представляет значительные трудности. В этой связи нами сделана попытка теоретического подхода к решению данного вопроса на основе учета естественной и промысловой смертности рыб в течение жизненного периода.**

В результате гидростроительства на Волге, вылов осетровых – одного из основных рыбных богатств России – сократился в 17 раз, что нанесло огромный ущерб рыбному хозяйству. Одной из основных причин катастрофического снижения запасов стало значительное сокращение площади естественных нерестилищ осетровых, всего было потеряно более 3,3 тыс. га. Тем не менее, развитие осетроводства в России является важнейшей задачей рыбной отрасли.

В программе развития товарного осетроводства России стерляди, как объекту пастбищного пресноводного рыбоводства, отводится важное место среди прочих осетровых, особенно в водохранилищах. По нашим предварительным подсчетам, в двух крупных волжских водохранилищах (Саратовском и Волгоградском), в результате восстановления численности стерляди, при сочетании искусственного и естественного воспроизводства можно получать до 30-35 т продукции.

В 70-х гг. численность стерляди Волгоградского водохранилища колебалась в пределах 1000-1300 тыс. экз., а к 1993-1999 гг. она сократилась до 10-30 тыс. экз. Поэтому стерлядь была занесена в Красную Книгу Саратовской области (Небольсина, 1996). В связи с этим, Саратовским отделением ФГБНУ «ГосНИОРХ» была разработана программа спасения этой популяции, включающая подробное изучение естественного воспроизводства, количественных и качественных характеристик вида, определение «приемной емкости» Волгоградского водохранилища, отработка биотехники и нормативов искусственного воспроизводства, выпуск подращенной молоди и другие мероприятия.

По результатам наших исследований, проведенных в 1996-2000 гг., в Волгоградском водохранилище площадь рабочих нерестовых осетровых гряд верхнего участка составляет 50 га, гряды среднего участка – 19.1 га, причем последние сильно подвержены влиянию паводковых вод и нуждаются в мелиорации.

Ранее было известно, что молодь стерляди, в отличие от других видов осетровых р.Волга, на участке будущего водохранилища, после выклева и пассивного сноса ее личинок в

стремне реки, по достижению 1,8-2,0 г, возвращалась к местам своего выклева, надолго здесь задерживалась, в дальнейшем на свалах глубин 5-20 м питалась и нагуливалась [3; 4]. Поэтому целесообразно, для сохранения у взрослых особей «инстинкта дома», производить выпуск в Волгоградское водохранилище молоди стерляди навеской 2 г [6].

Изучение кормовой базы Волгоградского водохранилища показало, что оно способно «прокормить» стадо первоначальной численности. Для его создания необходим выпуск в водоем 1,0-3,0 млн подращенной молоди стерляди ежегодно, а также – ревизия и мелиорация естественных нерестовых угодий. Сочетание естественного и искусственного воспроизводства позволит, по нашему мнению, в течение 10 лет (табл. 1 и 2) восстановить естественную популяцию стерляди в первоначальных объемах, с учетом коэффициента полезной численности (КПЧ = 0.8).

При вселении 1,0 млн экз. подращенной молоди в течение 10 лет, суммарная численность составит 417 тыс. экз., с массой 102,3 т, в т.ч. численность промыслового запаса – 56 тыс. экз., с массой 39,5 тонн. При 14% интенсивности лова вылов составит 5,5 тонн. При вселении 2,0-3,0 млн экз. молоди стерляди результаты утраиваются, и в течение 10 лет позволяют восстановить естественную популяцию стерляди в первоначальных объемах (табл. 2).

Примеры поддержания популяции стерляди на должном уровне, путем искусственного и естественного воспроизводства, имеются на Саратовском водохранилище. Здесь сохранились естественные нерестилища на площади 49 га. Для поддержания устойчивой численности популяции с 1982 по 2010 гг. в водохранилище ежегодно выпускалось около 300-600 тыс. шт. подращенной молоди с Плавучего рыбопроизводного завода (ПРВЗ-01Э) в Самарской области. По экспертным оценкам 50% стада стерляди в водохранилище воспроизводилось искусственным путем.

В речной период на территории Саратовского водохранилища стерлядь была многочисленной и составляла в траловых уловах около 30% по численности и 7-10% по весу. Популяция состояла из 30-33 возрастных групп. С зарегулированием реки и образованием водохранилищ произошло изменение всей сложившейся системы взаимоотношений стерляди с внешней средой и, прежде всего, это коснулось аспектов, связанных с размножением данного вида. Как и другие осетровые, стерлядь размножается на участках рек с достаточно быстрым течением и твердым грунтом (каменистом, галечном, галечно-песчаном, глинистом) на глубинах 5-10 м, где не происходит заиления икры. В р. Волга такие участки располагались вдоль правого берега, где каменистые выступы, осыпи и конусы овражных выносов хорошо омываются водой. Нере-

Таблица 1. Расчетные данные численности стерляди от искусственного выпуска

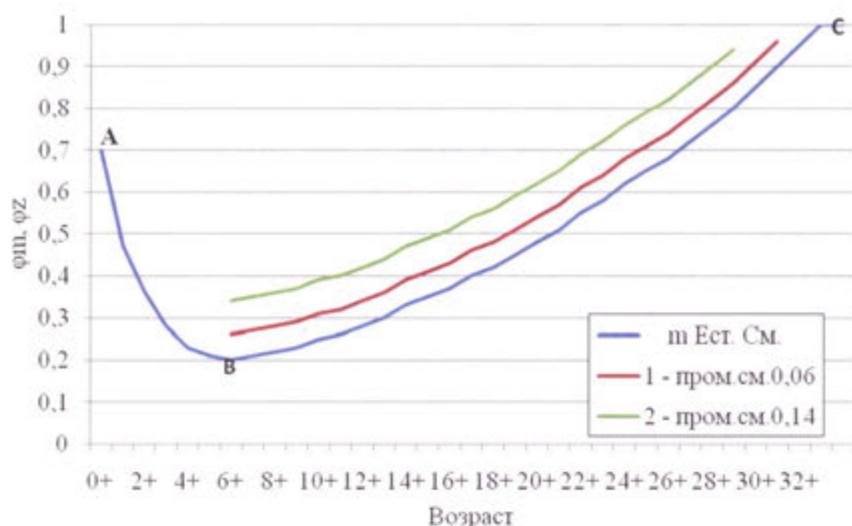
С учетом КПЧ=0.8	1,0 млн в год (годы вселения)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Возраст										
0+	1+	2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+	9+	10+
Сумма мгновенных коэффициентов естественной смертности										
1,22	1,86	2,31	2,66	2,95	3,2	3,43	3,68	3,95	4,23	4,52
Численность общего запаса в каждом году, тыс. экз.										Σ
800	125	79	56	42	33	26	20	15	12	9
800		125	79	56	42	33	26	20	15	12
800			125	79	56	42	33	26	20	15
800				125	79	56	42	33	26	20
800					125	79	56	42	33	26
800						125	79	56	42	33
800							125	79	56	42
800								125	79	56
800									125	79
800										125
	125	204	260	302	335	361	381	396	408	417

Таблица 2. Расчетные данные численности стерляди от искусственного выпуска молоди, с учетом естественной смертности

Выпуска молоди стерляди	Годы вселения										Всего тыс. экз./т	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
	Сумма мгновенных коэффициентов естественной смертности											
	1,86	2,31	2,66	2,95	3,2	3,43	3,68	3,95	4,23	4,52		
	1+	2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+	9+	10+		
	Численность общего запаса в каждом году, тыс. экз./ т											
	125	204	260	302	335	361	381	396	408	417		417
1,0 млн. экз.	10,0	21,0	31,7	41,8	53,0	63,6	74,6	84,8	94,6	102,2	102,2	
	Средняя навеска особи, кг											
	0,08	0,14	0,19	0,24	0,34	0,41	0,55	0,68	0,81	0,96		
	Численность промыслового запаса от 7+ до 10+, тыс. экз./ т											
					-	-	20	15	12	9	56	
2,0 млн. экз.					-	-	11	10,2	9,7	8,6	39,5	
	Численность общего запаса в каждом году, тыс. экз./ т											
	250	408	520	604	670	722	762	792	816	834	834	
	20,0	42,0	63,4	83,6	106	127,2	149,2	169,6	189,2	205,4	205,4	
	Численность промыслового запаса от 7+ до 10+, тыс. экз./ т											
						40	30	24	18	112		
3,0 млн. экз.						22	20,4	19,4	17,2	79,0		
	Численность общего запаса в каждом году, тыс. экз./ т											
	375	612	780	906	1005	1083	1143	1188	1224	1251	1251	
	30,0	63	95,1	125,4	159	190,8	223,8	254,4	283,8	306,6	306,6	
	Численность промыслового запаса от 7+ до 10+, тыс. экз./ т											
						60	45	36	27	168		
						33	30,6	29,1	25,8	118,5		

Таблица 3. Динамика зарыбления Саратовского водохранилища молодью стерляди за период с 1982 по 2010 гг.

Годы	Официальная статистика, тыс. экз.	С учетом (КПЧ=0,8), тыс. экз.	Возраст в 2010 г., лет	При 6% интенсивности лова			Средняя навеска особи, кг	При 14% интенсивности лова		
				Сумма мгновенных коэфф. общей смертности	Численность данного возраста, шт	Ихтио масса, т		Сумма мгновенных коэфф. общей смертности	Численность данного возраста, шт	Ихтио масса, т
1982	83	66,4	28+	20,8	-	-	-	25,93	-	-
1983	115,2	92,2	27+	18,95	-	-	-	23,33	-	-
1984	-	-	26+	17,35	-	-	-	21,28	-	-
1985	315	252	25+	15,91	-	-	-	19,43	-	-
1986	165	132	24+	14,63	-	-	-	17,78	-	-
1987	240	192	23+	13,49	0,3	-	2,5	16,34	-	-
1988	335	268	22+	12,45	1,0	-	2,35	15,06	-	-
1989	210	168	21+	11,49	1,7	-	2,15	13,88	0,2	-
1990	288	230	20+	10,63	5,6	0,011	2,0	12,8	0,6	-
1991	295	236	19+	9,85	12,5	0,024	1,9	11,82	1,7	0,004
1992	72	58	18+	9,11	6,4	0,012	1,8	10,88	1,0	0,002
1993	330	264	17+	8,43	58	0,100	1,73	10,02	5,0	0,009
1994	493	394	16+	7,81	160	0,240	1,5	9,24	38	0,057
1995	507	406	15+	7,23	294	0,382	1,3	8,5	83	0,108
1996	659	527	14+	6,69	655	0,812	1,24	7,82	212	0,263
1997	-	-	13+	6,21	-	-	1,12	7,2	-	-
1998	610	488	12+	5,76	1538	1,707	1,11	6,62	650	0,722
1999	640	512	11+	5,34	2455	2,553	1,04	6,06	1195	1,243
2000	685	548	10+	4,93	3960	1,882	0,96	5,52	2195	2,085
2001	710	568	9+	4,55	6002	4,862	0,81	5,02	3751	3,038
2002	785	628	8+	4,19	9512	6,468	0,68	4,54	6703	4,558
2003	-	-	7+	3,84	-	-	0,55	4,07	-	-
2004	515	412	6+	3,51	12317	5,050	0,41	3,62	11034	4,524
2005	600	480	5+	3,2	19566	6,652	0,34	3,2	19566	6,652
2006	-	-	4+	2,95	-	-	0,24	2,95	-	-
2007	570	456	3+	2,66	31896	6,060	0,19	2,66	31896	6,060
2008	544	435	2+	2,31	43178	6,045	0,14	2,31	43178	6,045
2009	603	482	1+	1,86	75034	6,002	0,08	1,86	75034	6,002
2010	604	483	0+	-	-	-	-	-	-	-
Всего:	10,9 млн экз.	8,7 млн экз.	-	-	206,6 тыс. экз.	48,9 т.	-	-	210,4 тыс. шт.	41,4 т.



**Рис. 1. Кривая зависимость коэффициентов естественной смертности ( $\phi_m$ ) от возраста рыбы и коэффициентов общей смертности стерляди при разной интенсивности рыболовства (1—0,06; 2—0,14)**

стовых участков на р. Волга, на акватории современного Саратовского водохранилища, достоверно установлено 19, общей площадью 88 га [15; 16]. С образованием Саратовского водохранилища численность ее пошла на убыль, особенно резко в нижней зоне, где улов на усилии снизился в десятки раз. Относительно высокая численность сохранилась только в верхнем участке, где остались наиболее благоприятные условия для существования и сохранились основные нерестилища. В среднем и, особенно, в нижнем участках водохранилища, из-за замедления скорости течения, нерестилища утратили значение. Полностью оказались заиленными 9 участков площадью 39 га.

К 2000 г. промысловый запас стерляди Саратовского водохранилища составил всего 21 т, что составляет около 20% от максимального его значения, наблюдаемого в начале образования водохранилища [13], поэтому с 2000 г. был объявлен мораторий на ее вылов.

С целью искусственного воспроизводства с 1982 г. был начат выпуск подращенной молоди стерляди в этот водоем. За период с 1982 по 2010 гг. было выпущено 10,9 млн экз. штучной навеской 1,1–1,7 г.

В настоящее время определение запасов стерляди представляет значительные трудности. Это связано с тем, что применяемые активные орудия лова — тралы — дают случайные результаты, из-за неравномерного распределения запасов стерляди. Другой метод определения запасов через интенсивности промысла также неточен, так как вылавливаемые рыбы не полностью проходят

через официальную статистику или не сдаются. Поэтому возникает вопрос, как оценивать эффективность зарыбления и реальное состояние имеющихся запасов стерляди в пастбищных водоемах.

Для его решения нами сделана попытка теоретического подхода, на основе учета естественной и промысловой смертности рыб, в течение жизненного периода.

Наиболее оперативным и простым методом оценки параметров кривой естественной смертности является подход, в основе которого лежит гипотеза о том, что массовое созревание рыб (около 50% особей) приходится на длину тела, равную половине максимальной [2], или минимальная смертность рыб приходится на длину (возраст) массового полового созревания [1]. Если исходить из выдвинутой гипотезы, то для получения кривой зависимости коэффициента естественной смертности ( $\phi_m$ ) от длины ( $l$ ) или от возраста ( $t$ ) нужно найти хотя бы одну точку, принадлежащую ей в интервале длины от 0 до  $L_{\infty}$  или возраст ( $t$ ) от 0+ до 33 лет [11]. При расчете смертности стерляди, привлекались обширные материалы, полученные на Куйбышевском, Саратовском и Волгоградском водохранилищах (при 2700 пробах) [14]. Из этих данных стерляди, минимальная естественная смертность — 20% — приходится на возраст 6+. Далее, используя три точки — начальную, конечную, и в возрасте 6+, нами построена кривая (ABC) естественной смертности 0+ (молоди стерляди) до 33 лет. Кроме того, в диапазоне интенсивности промысла от 6% до 14% [7], прилов младших возрастов выпускается обратно водоем. Так как

для промысловых рыб важнейшим источником убыли является рыболовство, естественно, должна существовать некоторая зависимость между интенсивностью рыболовства и предельным возрастом рыб. Поэтому, при возрастании интенсивности промысла от 6% до 14%, соответственно предельный возраст рыб сокращается от 33 до 29 лет.

Расчет численности, при прогнозировании с любой заблаговременностью, уравнение выглядит следующим образом [5; 10]:

$$N_{t+\Delta t} = N_t \cdot e^{-(Z_1 + Z_2 t + \Delta t)}$$

где  $N_t$  — численность возрастной группы в текущем году;

$N_{t+\Delta t}$  — численность возрастной группы в прогнозируемом году;

$\Delta t$  — период заблаговременности прогноза;

$Z_1$  — мгновенный коэффициент общей смертности возрастной группы в текущем году;

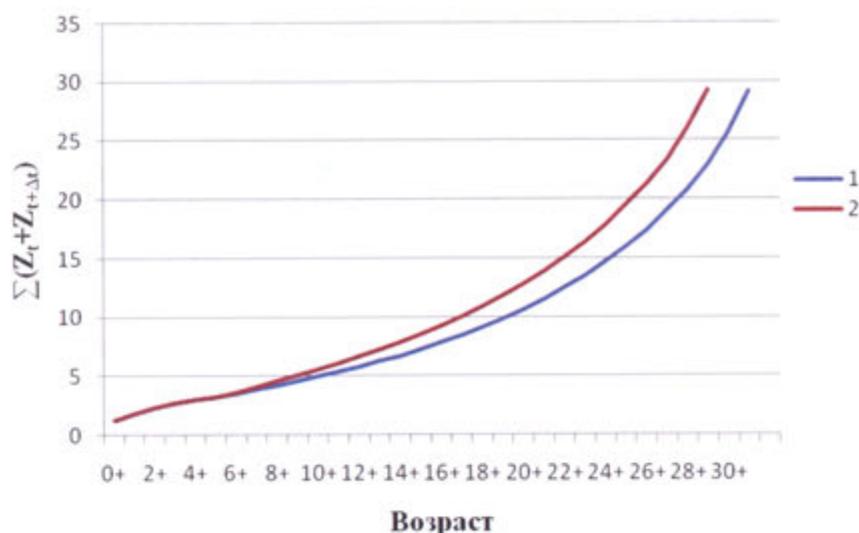
$Z_{1+\Delta t}$  — мгновенный коэффициент общей смертности возрастной группы в прогнозируемом году.

На рис. 1 приводятся кривые естественной смертности стерляди и общей смертности при различных коэффициентах изъятия  $\phi_f = 0,06 - 0,14$ .

На рис. 2 приведены кривые суммы мгновенных коэффициентов общей смертности возрастных групп ( $\sum(Z_1 + Z_{1+\Delta t})$ ), при различной интенсивности ( $\phi_f = 0,06 - 0,14$ ) вылова.

Данный теоретический подход был реализован для определения запаса, вселенных в пастбищные водоемы, от выпуска молоди стерляди на Саратовском водохранилище.

Как уже говорилось выше, в Саратовском водохранилище с 1982 г. начался выпуск молоди стерляди. Для учета запасов стерляди на 2010 г. нами были использованы данные вселения официальной статистики, общая потеря составляет 20%, (при перевозке ослабленные экземпляры погибают) с учетом коэффициента полезной численности (КПЧ=0,8) и суммы мгновенных коэффициентов общей смертности для 6–14% интенсивности рыболовства всех возрастов стерляди (рис. 1 и 2). Численность и ихтиомасса стерляди в 2010 г. приводится в табл. 3. Полученные данные показывают, что общий запас стерляди на 2010 г. составляет 206,6 тыс. шт., а ихтиомасса — 48,9 т, при 6% интенсивности лова. При этом промзапас составляет (23+– 7+) 27,1



**Рис. 2.** Сумма мгновенных коэффициентов общей смертности возрастных групп от сеголеток стерляди при разной интенсивности рыболовства (1—0,06; 2—0,14)

тыс. шт., ихтиомасса — 20 т; при 14% интенсивности лова общий запас — 210,4 тыс. экз., ихтиомасса — 41,4 т, в том числе промзапас — с учетом пополнения 6+ (1/5) — 17,0 тыс. экз. и ихтиомасса — 13,0 т, ОДУ будет 1,8 тонн.

По нашим расчетам, коэффициент промвозврата от выпуска молоди стерляди в 1-2-3 млн экз., коэффициент промыслового возврата в возрасте 7+ составляет от молоди стерляди 2,02%. Приводим пример расчета при выпуске по 1,0-2,0-3,0 млн молоди стерляди в возрасте 7+ составит:

$$N_{7+} = N_{0+} \cdot e^{-3,66} = 1000 \cdot 0,8 \cdot e^{-3,66} = 20,2 \text{ тыс. экз. или } 2\%;$$

$$N_{7+} = N_{0+} \cdot e^{-3,66} = 2000 \cdot 0,8 \cdot e^{-3,66} = 40,36 \text{ тыс. экз. или } 2\%;$$

$$N_{7+} = N_{0+} \cdot e^{-3,66} = 3000 \cdot 0,8 \cdot e^{-3,66} = 60,54 \text{ тыс. экз. или } 2\%;$$

Таким образом, полученные результаты могут быть применимы для оценки запасов стерляди зарыбленных пастбищных водоемов. Кроме того, данная работа будет полезна для практических

целей осуществления и планирования пастбищного рыбоводства на внутренних водоемах.

### Литература:

1. Гулин В.В. 1968. Половая дифференциация коэффициентов естественной смертности и состояние половозрелых самцов и самок в различных возрастных группах промыслового стада рыб. // Известия ГосНИОРХ, 65 с.
2. Дрягин П.А. 1934. Размеры рыб при наступлении половой зрелости. // Рыбное хозяйство, №4, с. 17-18.
3. Загора Л.П. 1974. Питание стерляди Волгоградского водохранилища и использование его кормовой базы водоема // Автореферат дис. на соиск. уч. степени канд.биол.наук. Л. 23с.
4. Загора Л.П. 1978. Питание стерляди в Волгоградском водохранилище и использование его кормовых ресурсов водоема. // Вопросы ихтиологии., т.18, вып.6: с.1065-1071.
5. Засосов А. В 1970. Теоретические основы рыболовства «Пищепромиздат», М., 292 с.
6. Константинов К.Г. 1953. Биология молоди осетровых рыб Нижней Волги.

Труды Саратовского отд. , Касп. филиала ВНИРО т. 2.

7. Распопов В.М., Харламова Ю.В. Методы и параметры по определению численности запасов и ОДУ осетровых рыб. Кафедра «Аквакультура и водные биоресурсы», АГТУ, Астрахань, 2005, 12с.
8. Розенберг Г.С., Саксонов С.В., 2009 — Красная книга — Редкие виды животных —Тольятти, «Кассандра», 332 с.
9. Небольсина Т.К. 1996. Разработать прогноз состояния рыбных запасов (Волгоградское и Саратовское водохранилище). Фонды СО ФГНУ «ГосНИОРХ»: 82 с.
10. Сечин Ю.Т. 1990. Методические рекомендации по использованию кадастровой информации для разработки прогноза уловов рыбы во внутренних водоемах.// ВНИРО, 56 с.
11. Тюрин П.В. 1972. «Нормальные» кривые переживания и темпов естественной смертности рыб как теоретическая основа регулирования рыболовства.// Известия ГосНИОРХ, т.71. с. 71 — 128.
12. Чумаков В.К. 1989. Провести оценку рыбных запасов в озерах, реках и водохранилищах РСФСР и дать прогноз возможных уловов на 1990 г. Фонды СО ФГНУ «ГосНИОРХ»: 69 с.
13. Шашуловский В.А., Карагойшиев К.К 2007. Стратегия использования запасов популяции стерляди, находящейся в депрессивном состоянии (на примере Саратовского водохранилища) // Сб. науч. трудов ГосНИОРХ, №336, с. 49-54..
14. Шилов В.И. 1971. О расах, росте, созревании и повторности нереста стерляди Волгоградского водохранилища.// Тр. СО «ГосНИОРХ», т. 11. с. 112-153.
15. Яковлева А.Н. 1965. Состояние естественного воспроизводства и запасов рыб Волгоградского водохранилища.// Труды СО ГосНИОРХ, т. 8. с. 77-93.
16. Яковлева А.Н. 1966. Научные основы рыбохозяйственного использования Саратовского водохранилища.// Фонды СО «ГосНИОРХ»: 41 с.

### Experience of sterlet stock assessment in reservoirs when the population abundance is minimal

**Karagoyshiev K.K., PhD — Saratov Branch of State Scientific Research Institute of Lake and Freshwater Fishery, gosniorh@mail.ru**

Sterlet is an important object of pasture aquaculture, especially in reservoirs. Today its stock assessment is not an easy task. Thereupon, the authors make an attempt to develop a theoretical approach to the task on the base of calculation of fishing and natural mortality.

**Keywords:** sterlet youngsters, efficiency of stocking, pasture aquaculture, stock assessment