

АКВАКУЛЬТУРА И ИСКУССТВЕННОЕ ВОСПРОИЗВОДСТВО

УДК 639.2.03

**ОЦЕНКА ПРОМЫСЛОВОГО ВОЗВРАТА РУССКОГО ОСЕТРА
КАСПИЙСКОГО МОРЯ *ACIPENSER GUELLENSTAEDTII*
ОТ МОЛОДИ ИСКУССТВЕННОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА**

© 2013 г. Л. А. Зыков, [Г. Ф. Зыкова*], М. И. Абраменко**

Астраханский филиал Казахского института экологического проектирования,
Астрахань, 414041

*Каспийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства,
Астрахань, 414000

**Южный научный центр РАН, Ростов-на-Дону, 344006

Поступила в редакцию 26.03.2012 г.

Окончательный вариант получен 28.08.2012 г.

На основе модели, описывающей изменение численности используемого промыслом поколения в течение жизненного цикла, определен промысловый возврат русского осетра от молоди искусственного воспроизводства с учетом темпов полового созревания, периодичности нереста, естественной и промысловой смертности входящих в его состав особей. Оценена роль искусственного воспроизводства в формировании запасов и структуры уловов. Даны рекомендации по восстановлению и рациональному использованию запасов.

Ключевые слова: русский осетр, искусственное воспроизводство, численность, биомасса, популяция, промысловый возврат.

ВВЕДЕНИЕ

Русский осетр *Acipenser gueldenstaedtii* – один из наиболее многочисленных представителей осетровых Каспийского моря. Его уловы на Каспии в период 1900–2001 гг. колебались от 1,0 до 14,1 тыс. т, в среднем составляя 7,7 тыс. т (Коробочкина, 1964; Иванов, Мажник, 1997; Власенко, и др., 2002; Ходоревская и др., 2007). Самые высокие уловы осетра – 14,1–18,5 тыс. т (в среднем – 10,0–11,0 тыс. т) – наблюдались в период 1900–1920 и 1970–1991 гг.

В конце 1950-х гг. после завершения строительства каскада волжских ГЭС значительная часть нерестилищ русского осетра, расположенных в верхнем и среднем течении р. Волга, была утрачена, его полное естественное воспроизводство сохранилось в р. Урал и частичное – на остаточных нерестилищах низовьев р. Волга, Кура, Терек и др. (Каспийское море, ... 1989).

В связи с гидростроительством были приняты меры по искусственному сохранению запасов каспийских осетровых. С этой целью в нижнем течении р. Волга, Кура, Урал и др. были построены осетровые рыбоводные заводы, обеспечивающие, начиная с 1955 г., выращивание и ежегодный выпуск в море 2,7–62,5 (в среднем, 30,8) млн экз. молоди русского осетра. Несмотря на достигнутые масштабы искусственного воспроизводства, его уловы после 1991 г. начали устойчиво снижаться (Иванов, Мажник, 1997; Ходоревская и др., 2007) и в последние годы не превышают десятков тонн.

Основной причиной снижения уловов осетра в последние десятилетия стал широкомасштабный морской браконьерский промысел, осуществляемый на аква-

ториях прикаспийских государств (Зыкова и др., 2000; Зыкова, 2004; Романов и др., 2006; Власенко, 2008; Судаков, и др., 2008). Из-за низкой численности заходящих на нерест производителей естественное воспроизводство русского осетра в Каспийском бассейне в последние годы практически полностью нарушилось (Судаков и др., 2008). В этих условиях единственной мерой, позволяющей сохранить, а в перспективе и восстановить его запасы, вместе с полным прекращением браконьерства остается искусственное воспроизводство.

Несмотря на достигнутые масштабы искусственного осетроводства, вопрос о промысловом возврате русского осетра от заводской молоди остается малоизученным, сведения о его величине в литературе ограничены (Державин, 1947; Черфас, 1950; Кожин, 1951; Биологическая продуктивность..., 1974; Левин, 2008), носят экспертный характер и не учитывают ряда важнейших факторов, влияющих на его значение.

Основная цель наших исследований – определение промыслового возврата русского осетра от молоди искусственного воспроизводства на основе современных теоретических представлений о динамике численности поколений рыб в течение жизненного цикла.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Динамику численности используемого промыслом поколения русского осетра на протяжении периода существования описывали с помощью модели (Зыкова, 1993; Зыкова, Зыков, 1989; Зыкова и др., 1990; Зыков, 2005, 2008, 2011; Зыков и др., 2006; Зыков, Зыкова, 2007):

$$N_t = R_{0,5} (1 - v_{m1} - v_{f1}) (1 - v_{m2} - v_{f2}) \dots (1 - v_{mi} - v_{fi}), \quad (1)$$

где N_t – численность поколения осетра в возрасте t ; $R_{0,5}$ – начальная численность поколения в возрасте сеголетки (количество выращенной на рыбозаводах молоди); $v_{m1}, v_{f1}, \dots, v_{mi}, v_{fi}$ – коэффициенты годичной естественной и промысловой смертности поколения в возрасте i .

При проведении исследований предполагалось, что в условиях ведения рационального осетрового хозяйства промысел осетровых в море не ведется, а осуществляется только в реке, в период нерестового хода производителей. При таком подходе вылавливаемая в реке рыба из-за наличия зрелой икры имеет наибольшую товарную ценность, а осетровый промысел остается наиболее рентабельным и эффективным.

Все расчеты выполнены на основе литературных данных по линейно-весовому росту, характеристикам полового созревания, продолжительности жизни, размерно-возрастной структуре нерестовых стад, объемам искусственного воспроизводства и уловам русского осетра за ряд лет (Державин, 1922; Черфас, 1950; Чугунов, Чугунова, 1964; Пискунов, 1970; Каспийское море..., 1989; Ходоревская и др., 2007). Понятия входящих в уравнение численности (1) коэффициентов годичной естественной v_{mi} , промысловой v_{fi} и общей смертности v_i определяли как (Зыков, 2005, 2011):

$$v_{mi} = \frac{n_{mi}}{N_i} \quad (2), \quad v_{fi} = \frac{n_{fi}}{N_i} \quad (3), \quad v_{fi} = \frac{n_{mi} + n_{fi}}{N_i} = \frac{n_i}{N_i} \quad (4),$$

где n_{mi} – количество особей поколения в возрасте i , погибающих в течение года от действия естественных причин; n_{fi} – число особей поколения в возрасте i , вы-

лавливаемых промыслом (включая официальный, неучтенный и браконьерский); n_t – общее количество особей поколения в возрасте t , погибающих в течение года в результате совместного воздействия промысла и естественных причин.

Для оценки степени промыслового изъятия поднимающихся на нерест производителей использовали также коэффициент промысловой смертности нерестового стада, величину которого определяли как:

$$v_{m_t} = \frac{n_{jt}}{n_m}, \quad (5)$$

где n_m – численность зашедших в реку производителей в возрасте t ; v_{m_t} – коэффициент промысловой смертности производителей в возрасте t .

Численность зашедших на нерест производителей n_m в возрасте t рассчитывали, исходя из численности поколения N_t с учетом темпа полового созревания и периодичности нереста входящих в его состав особей:

$$n_m = \frac{\gamma}{\tau} N_t, \quad (6)$$

где γ – доля половозрелых рыб в поколении (коэффициент полового созревания поколений), τ – показатель периодичности нереста: если нерест рыб происходит ежегодно, $\tau = 1$, если один раз в два года – $\tau = 2$, если один раз в три года – $\tau = 3$ и т.д.

Численность зашедшего в реку нерестового стада N_n рассчитывали как сумму численности пришедших на нерест особей отдельных возрастных групп:

$$N_n = \sum_{t_p} n_m. \quad (7)$$

В соответствии с равенствами (3), (5), (6) между коэффициентом промысловой смертности поколения v_{jt} (3) и коэффициентом промыслового изъятия зашедших на нерест производителей v_{m_t} сохраняется соотношение:

$$v_{jt} = \frac{\gamma}{\tau} v_{m_t}. \quad (8)$$

Зависимость (8) показывает, что, когда значения коэффициентов γ и τ стремятся к 1, коэффициент изъятия производителей v_{m_t} стремится к коэффициенту промысловой смертности поколения v_{jt} . Коэффициент промысловой смертности поколения v_{jt} возрастает при увеличении коэффициента изъятия нерестового стада v_{m_t} , темпа полового созревания γ и снижении периода между двумя нерестами τ .

Согласно литературным данным (Державин, 1922; Чугунов, Чугунова, 1964; Каспийское море..., 1989), первое половое созревание русского осетра наблюдается в возрасте 7–8 лет и завершается в возрасте 14–15. Исходя из размерно-возрастного состава нерестовых стад русского осетра (Чугунов, Чугунова, 1964; Каспийское море..., 1989), при расчете численности заходящих на нерест производителей было принято, что в возрасте 7 лет созревает 10% ($\gamma = 0,1$), 8 лет – 25% ($\gamma = 0,25$), 9 лет – 35% ($\gamma = 0,35$), 10 лет – 45% ($\gamma = 0,45$), 11 лет – 55% ($\gamma = 0,55$), 12 лет – 70% ($\gamma = 0,7$), 13 лет – 80% ($\gamma = 0,8$), 14 лет – 90% ($\gamma = 0,9$), в возрасте 15 лет половозрелыми становится 100% входящих в состав поколения особей.

В соответствии с литературными данными (Чугунов, Чугунова, 1964; Казанчесв, 1963, 1981; Биологическая продуктивность..., 1974; Каспийское море..., 1989) периодичность нереста у русского осетра составляет один раз в 2–5 лет. Это означает, что, если нерест осетра происходит один раз в 2 года ($\tau = 2$), из общего числа половозрелых особей поколения в размножении участвует 50%, а оставшиеся 50% пагуливаются в море, при этом их гонады находятся на промежуточных стадиях развития. Если нерест происходит один раз в 3 года ($\tau = 3$), в размножении участвует 33% половозрелых рыб, а 67% пагуливается в море; при периодичности один раз 4 года ($\tau = 4$) нерестится 25% и т.д. Рыбы, пропускающие нерест и пагуливающиеся в море, при этом составляют резерв нерестового стада.

В наших исследованиях под промысловым возвратом понимали уловов N_f , получаемый от поколения осетра в период его промысловой эксплуатации (Державин, 1922; Черфас, 1950; Кожин, 1951; Зыков, 1986, 2005, 2011; Зыкова, Зыков, 1989)

$$N_f = \sum_{t_f} n_{f,t} \quad (9)$$

где t_f и T_f – возраст начала и окончания периода промысловой эксплуатации поколения.

Улов $n_{f,t}$, получаемый от производителей возрастной группы t , рассчитывали по формуле (5), исходя из численности зашедших в реку производителей этого возраста и значения коэффициента промысловой смертности нерестового стада v_{fm} :

$$n_{f,t} = v_{fm} n_{m,t} \quad (10)$$

или с учетом соотношения (6), исходя из общей численности поколения N_t :

$$n_{f,t} = v_{fm} \frac{\tau}{\tau} N_t \quad (11)$$

Под коэффициентом промыслового возврата K_f понимали отношение улова N_f полученного от поколения в период промысловой эксплуатации к его первоначальной численности в возрасте сеголетки $R_{0,5}$:

$$K_f = \frac{N_f}{R_{0,5}} \quad (12)$$

Следует отметить, что коэффициент промыслового возврата может также рассчитываться от фонда отложенной икры, численности скатившихся личинок, численности поколения на других, более поздних этапах развития (Черфас, 1950; Кожин, 1951). Аналогом понятия промыслового возврата служит биостатистический вылов (Державин, 1922; Риккер, 1970, 1979; Засосов, 1976; Зыкова, Зыков, 1989), а коэффициент промыслового возврата по своему смыслу близок к показателю улова на пополнение (Бивертон, Холт, 1969; Засосов, 1976; Риккер, 1979).

Кроме промыслового возврата в наших исследованиях для оценки воспроизводительной способности русского осетра также использовалось понятие «ус-

ловной популяции» N , образующейся от 1,0 млн экз. выращиваемой на заводах молоди (Зыков, 2005, 2011):

$$N = \sum_{t=0.5}^{T_j} N_t. \quad (13)$$

Этот показатель характеризует численность популяции, которая формируется при ежегодном устойчивом пополнении $R_{0,5} = 1,0$ млн экз. сеголеток и может рассчитываться как сумма численности возрастных групп, входящих в абсолютную возрастную структуру поколения искусственного воспроизводства.

Переход к показателям биомассы осуществляли простым перемножением их числовых значений на навески соответствующих возрастных групп:

$$B_t = N_t W_t \quad (14); \quad B_{ic} = n_t W_t \quad (15); \quad B_{jt} = n_{jt} W_t \quad (16);$$

$$Q = \sum_{t=0.5}^T B_t \quad (17); \quad Q_n = \sum_{t=1}^T B_{nt} \quad (18); \quad Q_j = \sum_{t=1}^T B_{jt} \quad (19)$$

где B_t – биомасса поколения осетра в возрасте t ; B_{ic} – биомасса запечатанных в реку производителей в возрасте t ; B_{jt} – вылов возрастной группы, выраженный в весовых единицах; Q – биомасса популяции, образующейся от заводской молоди; Q_n – биомасса перестового стада; Q_j – промысловый возврат, выраженный в весовых единицах.

Коэффициенты естественной смертности v_{m_i} , входящие в модель численности (1), рассчитывали с помощью уравнения, описывающего изменение их значений в зависимости от возраста в период существования поколений (Зыков, Слепокуров, 1983; Зыков, 1986, 1987, 2005, 2011; Зыкова, 1993; Зыкова, Зыков, 1989):

$$v_{m_i} = 1 - A t^k (T^k - t^k), \quad (20)$$

где A , k , T^k – константы.

Константы A , k , T^k уравнения естественной смертности (20) рассчитывали на основе значений констант уравнений линейного и весового роста Шмальгаузена (1935), Зыкова (1986, 2005, 2011) и аллометрического соотношения длина–масса:

$$l = q t^k \quad (21); \quad W = p t^C \quad (22); \quad W = \alpha l^\beta, \quad (23)$$

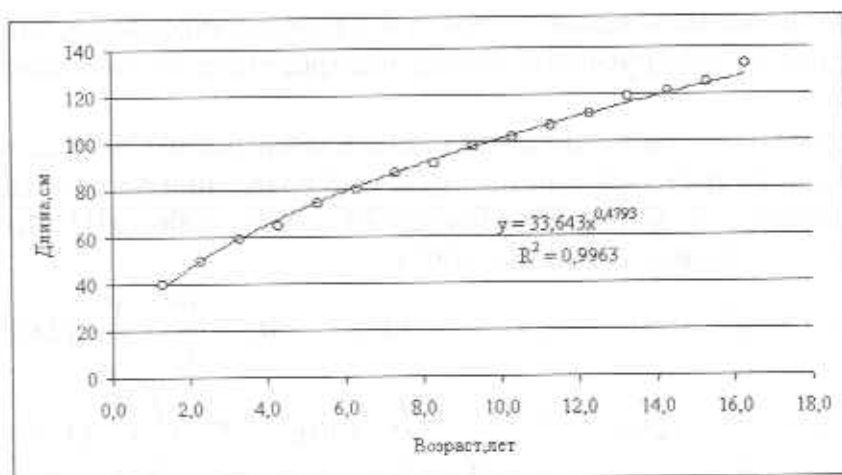
где l , W – длина и масса осетра в возрасте t ; q , p , α – константы, численно характеризующие длину и массу годовиков при $t=1$, а также массу тела осетра при длине $l=1$; k , C , β – константы, характеризующие относительную скорость линейного и весового роста в возрасте t или при длине l (Мина, Клевезаль, 1976; Зыкова, 1990; Зыков, 2005).

Константы уравнений линейного и весового роста (21)–(23) при этом находятся в соотношениях:

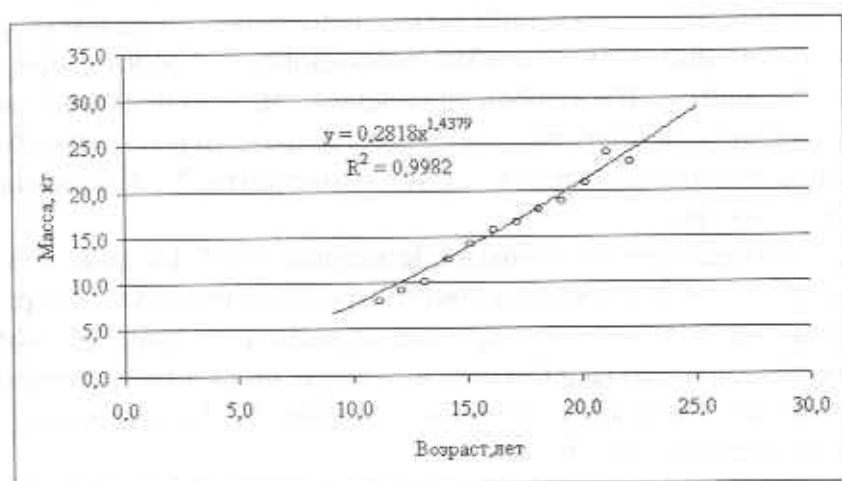
$$p = \alpha q^\beta \quad (24); \quad C = \beta k \quad (25).$$

Значения констант уравнений линейного и весового роста (21)–(23) рассчитывали по фактическим данным длины и массы тела осетра в разных возрастах (Черфас, 1950; Чугунов, Чугунова, 1964; Пискунов, 1970) с помощью метода наименьших квадратов с использованием статистических возможностей пакета электронных таблиц «Microsoft Excel-2003».

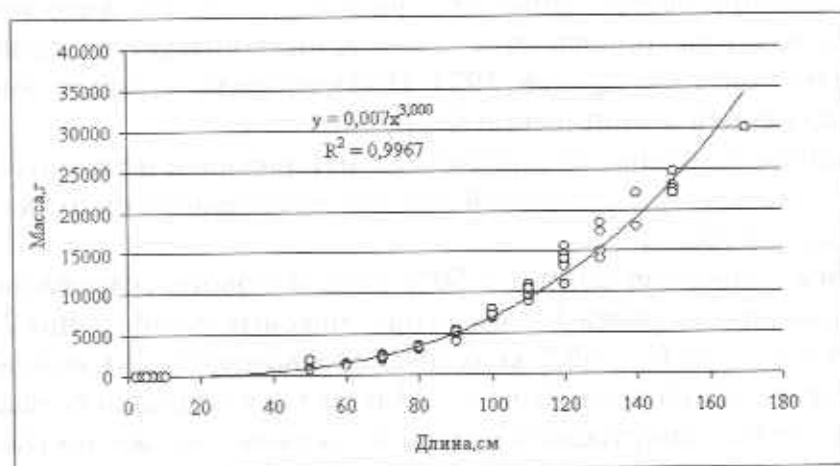
а



б



в



Кривые линейного (а), весового (б) роста и аллометрическое соотношение длина–масса (в) русского осетра, построенные на основе уравнений роста Шмальгаузена (1935).

Fig. Curves of linear (а), weight (б) growth and allometric relationship between russian sturgeon length and mass (в), built on basis of Shmalgausen growth equation of (1935).

Кривые линейного, весового роста и аллометрическое соотношение между длиной и массой тела русского осетра, построенные по этим данным, показаны на рисунке.

Константы A , T^k уравнения естественной смертности (20) рассчитывали, исходя из полученных значений констант q , k , C , β уравнений роста и характеристик полового созревания по формулам (Зыков, 1986, 2005, 2006, 2011; Зыкова, Зыков, 1989; Зыкова, 1993; Зыков, Распопов, 2007):

$$A = \frac{1 - v_{\text{мр}}}{t_p^{2k}} \quad (26); \quad v_{\text{мр}} = 1 - e^{-M_p} \quad (27); \quad M_p = \frac{\beta k}{t_p} = \frac{C}{t_p} \quad (28);$$

$$t_p = \left(\frac{l_p}{q}\right)^{\frac{1}{k}} \quad (29); \quad T^k = \frac{L}{q} = \frac{2l_p}{q} \quad (30); \quad T = \left(\frac{L}{q}\right)^{\frac{1}{k}} \quad (31),$$

где $v_{\text{мр}}$ – наименьшее значение коэффициента естественной смертности в возрасте полового созревания; t_p – средний возраст полового созревания, при котором половозрелыми становятся 50% особей поколения; l_p – длина, при которой половозрелыми становятся 50% особей поколения; M_p – мгновенный коэффициент естественной смертности в возрасте полового созревания; L – максимальная биологическая длина рыб в популяции $L = 2l_p$, T^k – константа, T – максимальный теоретический возраст осетра.

Согласно литературным данным (Державин, 1947; Павлов, Елизаров, 1970; Каспийское море..., 1989), первое половое созревание русского осетра происходит при достижении длины 80–95 см, массовое созревание – при 125–140 см. Максимальная длина русского осетра в Каспийском море, по разным источникам (Державин, 1922; Казанчсев, 1963, 1981; Цепкин, Соколов, 1971), составляет 200–210 см, масса – 60–70 кг, возраст – 45–50 лет.

Исходя из этих данных, в расчетах было принято, что 50%-ное половое созревание поколений осетра приходится на длину = 105 см, а его максимальные биологические размеры составляют $L = 210$ см, что согласуется с правилом Фультон-Дрягина (Fulton, 1906; Дрягин, 1934, 1948), согласно которому эти показатели находятся между собой в соотношении $l_p = 0,5 L$.

Полученные на основе биологических материалов и используемые в расчетах константы и параметры уравнений роста и естественной смертности русского осетра приведены в табл. 1.

Расчетные значения возраста 50%-ного полового созревания $t_p = 10,75$ года, максимального возраста $T = 45,6$ года, максимальной длины $L = 210$ см и массы русского осетра $W_m = 68,5$ кг близко соответствуют их наблюдаемой величине. Расчетная длина годовиков $q = 33,6$ см также хорошо согласуется с показателями роста молоди русского осетра на первом году жизни (Коробочкина, 1970).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты расчета промыслового возврата и условной популяции русского осетра, получаемых от 1,0 млн экз. выращиваемой на заводах молоди, показаны в табл. 2. При проведении этих расчетов было принято, что периодичность нереста осетра составляет один раз в 3 года, а коэффициент промыслового изъятия зашедших р. Волга производителей – $v_{\text{пр}} = 0,5$ или 50%.

ОЦЕНКА ПРОМЫСЛОВОГО ВОЗВРАТА РУССКОГО ОСЕТРА

Таблица 1. Значения констант и параметров уравнений роста и естественной смертности русского осетра

Table 1. Values of constants and parameters of russian sturgeon, growth and natural mortality

Константы, параметры	q	k	a	β	p	C	t_p
Значения	33,64	0,4793	0,0074	3,000	281,8	1,4379	105,0
Константы, параметры	L	t_p	T	M_p	v_{mp}	T^*	A
Значения	210,0	10,75	45,64	0,134	0,125	6,242	0,0898

Таблица 2. Расчет промыслового возврата русского осетра от молоди искусственного воспроизводства ($R_{0,1} = 1,0$ млн. экз., $v_{mj} = 0,5$, $\tau = 3$)

Table 2. Calculation of structure of russian sturgeon generation and yield to the fishery from the juveniles of artificial reproduction ($R_{0,1} = 1,0$ million exemplars, $v_{mj} = 0,5$, $\tau = 3$)

Возраст t , лет	Длина, l , см	Масса, W , кг	v_{mj}	v_{mj}	Поколение (условная популяция)		Нерестовое стадо		Вылов		Естественная смертность	
					тыс. экз.	тыс. т	тыс. экз.	тыс. т	тыс. экз.	тыс. т	тыс. экз.	тыс. т
0,14	13,1	0,017	0,606	-	1000,0	0,017	-	-	-	-	605,9	0,206
1,1	35,8	0,340	0,434	-	394,1	0,134	-	-	-	-	170,9	0,144
2,1	48,4	0,841	0,335	-	223,1	0,188	-	-	-	-	74,77	0,109
3,1	58,2	1,460	0,269	-	148,4	0,217	-	-	-	-	39,85	0,087
4,1	66,5	2,173	0,221	-	108,5	0,236	-	-	-	-	24,02	0,071
5,1	73,7	2,966	0,187	-	84,51	0,251	-	-	-	-	15,81	0,061
6,1	80,3	3,830	0,162	-	68,70	0,263	-	-	-	-	11,16	0,053
7,1	86,3	4,758	0,145	0,5	57,55	0,274	1,918	0,009	0,959	0,005	8,352	0,048
8,1	91,9	5,745	0,134	0,5	48,23	0,277	4,020	0,023	2,010	0,012	6,457	0,044
9,1	97,2	6,787	0,127	0,5	39,77	0,270	4,640	0,031	2,320	0,016	5,070	0,040
10,1	102,1	7,879	0,125	0,5	32,38	0,255	4,857	0,038	2,428	0,019	4,055	0,037
11,1	106,8	9,021	0,127	0,5	25,89	0,234	4,834	0,044	2,417	0,022	3,277	0,033
12,1	111,3	10,21	0,131	0,5	20,20	0,206	4,713	0,048	2,357	0,024	2,645	0,030
13,1	115,6	11,44	0,138	0,5	15,20	0,174	4,053	0,046	2,026	0,023	2,098	0,027
14,1	119,8	12,71	0,148	0,5	11,07	0,141	3,322	0,042	1,661	0,021	1,634	0,023
15,1	123,7	14,02	0,159	0,5	7,779	0,109	2,593	0,036	1,296	0,018	1,238	0,019
16,1	127,6	15,37	0,173	0,5	5,244	0,081	1,748	0,027	0,874	0,015	0,906	0,015
17,1	131,3	16,76	0,188	0,5	3,464	0,058	1,155	0,019	0,577	0,010	0,652	0,012
18,1	134,9	18,18	0,205	0,5	2,235	0,041	0,745	0,014	0,373	0,007	0,458	0,009
19,1	138,5	19,64	0,223	0,5	1,404	0,028	0,468	0,009	0,234	0,005	0,314	0,007
20,1	141,9	21,14	0,243	0,5	0,856	0,018	0,285	0,006	0,143	0,003	0,208	0,005
21,1	145,2	22,66	0,264	0,5	0,505	0,011	0,168	0,004	0,084	0,002	0,134	0,003
22,1	148,5	24,22	0,286	0,5	0,288	0,007	0,096	0,002	0,048	0,001	0,082	0,002
23,1	151,6	25,81	0,310	0,5	0,157	0,004	0,052	0,001	0,026	0,001	0,049	0,001
24,1	154,8	27,43	0,334	0,5	0,082	0,002	0,027	0,001	0,014	0,000	0,028	0,001
25,1	157,8	29,07	0,359	0,5	0,041	0,001	0,014	0,000	0,007	0,000	0,015	0,000
26,1	160,8	30,75	0,385	0,5	0,020	0,001	0,007	0,000	0,003	0,000	0,008	0,000
27,1	163,7	32,46	0,412	0,5	0,009	0,000	0,003	0,000	0,001	0,000	0,004	0,000

Возраст t , лет	Длина, l , см	Масса, W , кг	$v_{\text{нп}}$	$v_{\text{нр}}$	Поколение (условная популяция)		Нерестовое стадо		Вылов		Естественная смертность	
					тыс. экз.	тыс. т	тыс. экз.	тыс. т	тыс. экз.	тыс. т	тыс. экз.	тыс. т
28,1	166,6	34,19	0,440	0,5	0,004	0,000	0,001	0,000	0,001	0,000	0,002	0,000
29,1	169,4	35,95	0,468	0,5	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000
30,1	172,1	37,74	0,497	0,5	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Всего	–	–	–	–	2299,7	3,496	39,72	0,403	19,86	0,205	980,1	1,087

Проведенные расчеты показали, что при 3-летней периодичности нереста и 50%-ном изъятии нерестового стада от 1,0 млн. экз. выращиваемой на заводах молоди образуется условная популяция осетра численностью 2299,7 млн экз. и биомассой 3,496 тыс. т. Возрастной максимум биомассы приходится на поколения, близкие к возрасту полового созревания $t_p = 10,75$ года. Численность нерестового стада составляет 39,7 тыс. экз., биомасса – 0,403 тыс. т, или 1,73% численности и 11,6% биомассы популяции (табл. 2). Промысловый возврат русского осетра от 1,0 млн экз. заводской молоди равен 19,86 тыс. экз., или 0,205 тыс. т, а коэффициент промыслового возврата $K_r = 0,0198$, или 1,98% (табл. 2).

При заданных параметрах воспроизводства общая годовичная убыль условной популяции русского осетра составляет 43,5% и складывается из естественных – 980,1 тыс. экз. – и промысловых – 19,86 тыс. экз. – потерь, сумма которых равна величине годового пополнения $R_{0,5} = 1,0$ млн экз. При годовом вылове 0,205 тыс. т в результате естественной смертности в течение года погибает 1,087 тыс. т осетра (табл. 2). Коэффициент годичной естественной смертности популяции составляет $v_{\text{нп}} = 0,426$, или 42,6%, промысловой – $v_r = 0,0086$, или 0,86%, т.е. годовые естественные потери намного превышают получаемый годовой улов. Эти данные показывают, что естественная смертность является одним из важнейших факторов, определяющим скорость снижения численности рыб в популяции, непосредственно влияя на величину получаемого от поколений промыслового возврата.

Коэффициенты естественной смертности русского осетра $v_{\text{нп}}$ в течение жизни изменяются по U-образной кривой, минимум которой приходится на возраст полового созревания, а максимум – на начало и окончание жизненного цикла, что соответствует современным теоретическим представлениям о возрастной динамике этих коэффициентов в течение жизни поколений (Тулин, 1969, 1971; Тюрин, 1972; Зыков, 1986, 1987, 2005, 2006, 2011; Зыкова, 1993; Максименко, Антонов, 2002). Минимальное значение коэффициента естественной смертности, русского осетра, составляющее $v_{\text{нп}} = 0,125$, или 12,5% приходится на возраст 50%-ного полового созревания $t_p = 10,7$ года (табл. 2). Соотношения (24) – (29) показывают, что значения коэффициентов естественной смертности зависят от размеров l_p , возраста t_p полового созревания, относительной скорости линейного k и весового роста C и длины годовиков q (Зыков, 1986, 1987, 2005, 2006, 2011). При этом размеры годовиков q и относительная скорость роста рыб, выраженная константами k и C , находятся между собой в обратном соотношении (Зыков, 2005). Естественная смертность поколений в течение жизни во

многим зависит от размеров годовиков. Исследования показали, что на внутривидовом популяционном и генеративном уровне более низкая естественная смертность и высокая выживаемость на первом году жизни и в последующий период развития наблюдаются у поколений, отличающихся более крупными размерами молоди (Зыков, 2005, 2006). От такой молоди формируются более высокие по численности и биомассе поколения, что необходимо учитывать при разработке и обосновании размерных нормативов выращиваемых на заводах сеголеток.

Как следует из соотношений (6), (7), (10), величина промыслового возврата N_f зависит от количества выращенной на заводах молоди $R_{0,5}$, темпа полового созревания поколений γ , периодичности нереста τ и степени промыслового изъятия производителей ν_{in} . Влияние на величину промыслового возврата объемов выращиваемой молоди $R_{0,5}$ и темпа полового созревания поколений γ достаточно очевидно – получаемый от поколения улов изменяется пропорционально их значениям. Влияние на промысловый возврат периодичности нереста τ и коэффициента промыслового изъятия производителей ν_{in} показано в табл. 3, 4. Расчеты показали, что при увеличении периода между двумя нерестами с одного до пяти лет и 50%-ном промысловом изъятии производителей численность условной популяции русского осетра, образующейся от 1,0 млн заводской молоди, увеличивается с 2222,6 до 2331,1 тыс. экз. – на 4,6%, биомасса – с 2,604 до 3,963 тыс. т – в 1,5 раза.

Численность нерестового стада из-за снижения доли участвующих в нересте производителей при этом сокращается с 62,46 до 29,1 тыс. экз. – в 2,1 раза, а биомасса – с 0,494 до 0,320 тыс. т – в 1,6 раза. При таком увеличении периода между двумя нерестами промысловый возврат осетра по численности сокращается с 31,23 до 14,54 тыс. экз. – в 2,2 раза, по биомассе – с 0,247 до 0,164 тыс. т – 1,6 раза, а коэффициент промыслового возврата и его средний вес в уловах снижаются соответственно с 3,1 до 1,5% и с 7,9 до 11,3 кг (табл. 3). Все эти изменения связаны с длительностью созревания половых продуктов, что необходимо учитывать при расчете ожидаемого улова. Следует отметить, что половые циклы русского осетра изучены недостаточно полно и

Таблица 3. Влияние периодичности нереста τ на промысловый возврат, численность и биомассу популяции русского осетра ($R_{0,5} = 1,0$ млн экз., $\nu_{in} = 0,5$)

Table 3. Influence of periodicity of spawning τ on trade return, number and population biomass russian sturgeon ($R_{0,5} = 1,0$ million exemplars; $\nu_{in} = 0,5$)

Периодичность нереста τ , лет	Популяция		Нерестовое стадо		Промысловый возврат		Средний вес в улове, кг	Коэффициент промыслового возврата K_f	
	N тыс. экз.	Q тыс. т	N_e тыс. экз.	Q_e тыс. т	N_f тыс. экз.	Q_f тыс. т		сд.	%
1,0	2222,6	2,604	62,46	0,494	31,23	0,247	7,91	0,031	3,123
2,0	2271,7	3,141	48,49	0,452	24,25	0,228	9,42	0,024	2,425
3,0	2299,7	3,496	39,72	0,403	19,86	0,205	10,31	0,020	1,986
4,0	2318,1	3,749	33,60	0,358	16,80	0,183	10,88	0,017	1,680
5,0	2331,1	3,936	29,09	0,320	14,54	0,164	11,28	0,015	1,454

по этому вопросу имеются лишь отдельные публикации (Павлов, Елизаров, 1970). В литературе также отмечается, что в условиях лучшей кормовой обеспеченности сроки между двумя нерестами у осетровых могут сокращаться (Чугунов, Чугунова, 1964).

Промысел является одним из важнейших факторов, непосредственно влияющих на величину промыслового возврата, численность и возрастную структуру популяции осетра. Расчеты показали, что при 3-летней периодичности нереста и увеличении коэффициента промыслового изъятия нерестового стада с 10 до 90% (табл. 4) численность условной популяции осетра снижается с 2376,1 до 2258,7 тыс. экз. (на 4,9%), биомасса – с 4,634 до 2,988 тыс. т (на 35,5%, или в 1,5 раза), численность нерестового стада сокращается с 61,68 до 29,07 тыс. экз. (в 2 раза), биомасса – с 0,750 до 0,260 тыс. т (в 2,9 раза), средний вес производителей – с 12,6 до 9,0 кг (в 1,4 раза), промысловый возврат по численности увеличивается с 6,16 до 26,17 тыс. экз. (в 4,2 раза), по биомассе – с 0,078 до 0,236 тыс. т (в 3 раза), а коэффициент промыслового возврата повышается в 4,2 раза – с 0,616 до 2,62% (табл. 4). Связь между степенью облова нерестового стада, численностью популяции и промысловым возвратом при этом носит нелинейный характер (табл. 4).

Проведенные таким образом исследования показали, что периодичность нереста, темп полового созревания и степень промыслового изъятия заходящих на нерест производителей оказывают на величину промыслового возврата существенное влияние, что необходимо учитывать при расчете его ожидаемой величины.

По некоторым данным (Державин, 1947; Биологическая продуктивность..., 1974), коэффициент промыслового возврата каспийских осетровых от заводской молоди находится на уровне 3,0%.

Таблица 4. Влияние степени облова нерестового стада $v_{\text{нр}}$ на численность, биомассу популяции и промысловый возврат русского осетра ($R_{0,3} = 1,0$ млн экз., $\tau = 3$ года)

Table 4. Influence of degree of withdrawal of spawning herd $v_{\text{нр}}$ on number, a biomass of population and trade return russian sturgeon ($R_{0,3} = 1,0$ million copy, $\tau = 3$ years)

Коэффициент промысловой смертности нерестового стада, $v_{\text{нр}}$ ед.	Популяция		Нерестовое стадо		Промысловый возврат		Средний вес в улове, кг	Коэффициент промыслового возврата, K_f	
	N , тыс. экз.	Q , тыс. т	$N_{\text{нр}}$, тыс. экз.	$Q_{\text{нр}}$, тыс. т	N_p , тыс. экз.	Q_p , тыс. т		ед.	%
0,1	2376,1	4,634	61,68	0,750	6,16	0,078	12,57	0,006	0,616
0,2	2351,4	4,242	54,36	0,627	10,87	0,129	11,88	0,011	1,087
0,3	2331,1	3,936	48,48	0,534	14,54	0,164	11,28	0,015	1,454
0,4	2314,1	3,693	43,69	0,461	17,47	0,188	10,76	0,017	1,747
0,5	2299,7	3,496	39,72	0,403	19,86	0,205	10,31	0,020	1,986
0,6	2287,4	3,335	36,40	0,356	21,84	0,217	9,92	0,022	2,184
0,7	2276,6	3,200	33,58	0,318	23,51	0,225	9,58	0,024	2,351
0,8	2267,1	3,086	31,17	0,286	24,93	0,231	9,27	0,025	2,493
0,9	2258,7	2,988	29,08	0,260	26,17	0,236	9,01	0,026	2,617

По данным Кожина (1951), коэффициент выживания осетровых от сеголетки до возраста промысловой эксплуатации составляет 0,5–1,5%.

Согласно исследованиям Левина (2008), промысловый возврат русского осетра от 1,0 млн экз. выращиваемой на заводах молоди находится в пределах 0,165 тыс. т, а коэффициент ее выживания в течение первых четырех лет жизни составляет 7,8%.

Наши расчеты показали, что в зависимости от периодичности нереста и степени облова нерестового стада коэффициент промыслового возврата русского осетра от заводской молоди может меняться от 0,616 до 3,12%, а промысловый возврат от 1,0 млн экз. выращиваемой молоди – от 0,078 до 0,247 тыс. т (табл. 3, 4). По нашим данным, коэффициент выживания молоди осетра до возраста вступления в промысловое стадо (11 лет) составляет 2,8%, а выживаемость за первые четыре года существования – 10,8% (табл. 1). Анализ и сопоставление этих результатов показывают, что значения промыслового возврата русского осетра, полученные в наших расчетах, близко соответствуют таковым, полученным другими исследователями.

Результаты определения промыслового возврата русского осетра от выращиваемой на заводах молоди (табл. 2–4) позволили оценить роль искусственного воспроизводства в формировании его запасов в 1970–1980-е гг.

В период, предшествующий гидростроительству, запасы русского осетра формировались только за счет естественного воспроизводства, и его уловы на Каспии при колебаниях от 1,2 до 9,3 тыс. т в среднем составляли 5,2 тыс. т. После зарегулирования стока рек, в 1970–1980-х гг., когда воспроизводство было смешанным и поддерживалось естественным и искусственным путем, уловы осетра увеличились на 48,0% и при колебаниях от 5,4 до 14,1 тыс. т в среднем составляли 10,0 тыс. т (Ходоревская и др., 2007). Объемы искусственного воспроизводства русского осетра в период смешанного воспроизводства при колебаниях от 2,7 до 62,5 млн экз. в среднем находились на уровне 30,8 млн экз.

Расчеты, выполненные с помощью модели (1) с использованием данных табл. 1, показали, что при ежегодных объемах искусственного воспроизводства $R_{0,3} = 30,8$ млн экз., периодичности нереста и $t = 3$ года, коэффициенте промыслового изъятия заходящих на нерест производителей $v_{fm} = 0,6$, или 60,0%, (Каспийское море..., 1989) от выращенной на заводах молоди в море была сформирована популяция русского осетра средней численностью 70,5 млн экз. и биомассой 102,7 тыс. т. Численность сформированного нерестового стада при этом в среднем составляла 1121,0 тыс. экз., биомасса – 10,96 тыс. т, а величина получаемого годового улова (промыслового возврата) при средней длине и массе вылавливаемых особей 110,0 см и 9,9 кг составляла 672,6 тыс. экз., или 6,67 тыс. т. Сопоставление расчетной величины промыслового возврата 6,67 тыс. т, полученного от 30,8 млн экз. выращиваемой на заводах молоди, с общим выловом русского осетра в период смешанного воспроизводства 1970–1980-х гг., в среднем равным 10,0 тыс. т, показало, что доля рыб заводского происхождения в общем улове в этот период составляла 66,7% и запасы русского осетра состояли на 66,7 и 33,3% из рыб заводского и естественного воспроизводства соответственно. Эти результаты согласуются с приращением вылова русского осетра в период смешанного воспроизводства, равного 4,8 тыс. т, или 48,0% от общего улова.

Аналогичным способом с помощью модели (1) и метода последовательных итераций были рассчитаны объемы искусственного воспроизводства, обеспечивающие получение максимального улова русского осетра на уровне 14,1 тыс. т, отмеченного для начала 1980-х гг.

Расчеты показали, что при 3-летней периодичности нереста и 60%-ном изъятии приходящих на нерест производителей ежегодные объемы искусственного воспроизводства русского осетра, обеспечивающие получение промыслового возврата в размере 14,1 тыс. т, должны составлять 65,1 млн экз., что близко к максимальным масштабам его искусственного воспроизводства в 1990–1992 гг. – 55,1–62,5 млн экз. При таких объемах искусственного воспроизводства в море формируется популяция осетра общей численностью 148,9 млн экз. и биомассой 217,9 тыс. т. Численность нерестового стада осетра при этом составляет 2,37 млн экз., биомасса – 23,17 тыс. т, вылов 1,42 тыс. экз., или 14,1 тыс. т, средний вес производителей в уловах – 9,9 кг, длина – 100,0 см.

Необходимо отметить, что в зависимости от выбранных режимов промысловой эксплуатации часть зашедших в реку производителей будет проходить через зону промысла и участвовать в естественном размножении. В этом случае в составе нерестового стада последующих лет будут присутствовать производители от естественного нереста, а общий годовой улов будет выше, чем рассчитанный по заводской молоди на величину, определяемую эффективностью естественного воспроизводства осетра в речных условиях. Обеспечение естественного нереста осетра необходимо для поддержания генетического разнообразия популяции в условиях смешанного воспроизводства.

В заключение необходимо отметить, что в последние десятилетия на Каспии произошли существенные экологические изменения, связанные с вселением гребневика-мнемиопсиса. Распространение в море этого вида привело к многократному сокращению запасов каспийских килек (Иванов, Зыков, 2009), являющихся важным компонентом питания русского осетра и каспийских осетровых (Шорыгин, 1952). В этой связи при определении перспективных объемов искусственного воспроизводства русского осетра необходимо исходить из кормовой продуктивности Каспийского моря, сложившейся в новых экологических условиях. Важно также отметить, что процесс искусственного восстановления запасов русского осетра носит достаточно длительный характер. По имеющимся данным, выращенная на рыбозаводах молодь впервые достигает половой зрелости и приходит на нерест через 7 лет, а в массе вступает в промысловое стадо через 12 лет (табл. 2). В этих условиях особое внимание следует уделить разработке неотложных мер по расширению объемов искусственного воспроизводства и прекращению на Каспии тотального морского браконьерства. Необходимо также совместно с прикаспийскими государствами провести исследования оценки объемов искусственного воспроизводства, обеспечивающих формирование запасов русского осетра в соответствии с современной кормовой продуктивностью Каспийского моря (Винберг, 1968, 1979; Мельничук, 1975, 1984; Алимов, 1986; Зыков, 2008; Зыков и др., 2008). Следует также отметить, что при полном прекращении морского браконьерства и переносе добычи осетровых в реки, при коэффициенте половой зрелости самок 15,2% и их доле в нерестовом стаде 50% (Чугунов, Чугунова, 1964) каждая тонна выловленных в реке производителей русского осетра дополнительно к сырой мас-

се выловленной рыбы дает около 76,0 кг пищевой черной икры. Это необходимо учитывать при расчете экономической эффективности ведения на Каспии рационального осетрового хозяйства.

ВЫВОДЫ

1. Промысловый возврат русского осетра, получаемый от молоди искусственного воспроизводства, зависит от объемов выращиваемой на заводах молоди, роста, естественной смертности, темпов полового созревания поколений, периодичности нереста и степени промыслового изъятия заходящих на нерест производителей.

2. Величина промыслового возврата увеличивается, когда объемы выращивания молоди, темпы полового созревания и степень промыслового изъятия нерестового стада возрастают, а период между двумя нерестами сокращается.

3. Одним из важнейших факторов, определяющих численность и биомассу формирующейся от молоди популяции, является естественная смертность. Годичные естественные потери численности популяции русского осетра намного превышают годовой вылов. Естественные потери снижаются, а численность, биомасса популяции и промысловый возврат повышаются, если средние размеры выращиваемой на заводах молоди увеличиваются.

4. Необходимым условием искусственного восстановления запасов русского осетра является полная ликвидация каспийского морского браконьерства. Следует создать современную систему инструментального учета численности выращиваемой на рыбозаводных заводах осетровой молоди.

5. Следует организовать и регулярно проводить комплексные мониторинговые наблюдения за состоянием запасов и важнейшими биологическими характеристиками русского осетра (рост, половое созревание, периодичность нереста, спектры питания, длина и масса выращиваемой на заводах молоди и др.), необходимыми для определения естественной смертности, численности, биомассы формирующихся от заводской молоди поколений и величины ожидаемого промыслового возврата.

6. Необходимо провести исследования по определению объемов искусственного воспроизводства, обеспечивающих формирование запасов русского осетра в соответствии с продукцией используемой кормовой базы.

7. Следует организовать генетические исследования по оценке оптимального соотношения в популяции рыб искусственного и естественного воспроизводства и разработать генетические основы искусственного формирования запасов осетровых в условиях смешанного воспроизводства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Алимов А. Ф. Исследование взаимосвязи кормовой базы и рыбопродуктивности на примере озер Забайкалья. Ленинград: Наука, 1986. 230 с.
- Бивертон Р., Холт С. Динамика численности промысловых рыб. М.: Пищ. пром-сть, 1969. 248 с.
- Биологическая продуктивность Каспийского моря. М.: Наука, 1974. 246 с.
- Винберг Г. Г. Методы определения продукции водных животных. Минск: Высш. шк., 1968. С. 9–19.
- Винберг Г. Г. Общие основы изучения водных экосистем. Ленинград: Наука, 1979. 271 с.

Власенко А. Д. Проблемы воспроизводства запасов осетровых в Волге // Тез. докл. конф. «Комплексный подход к проблеме сохранения биоресурсов Каспийского бассейна. Астрахань, 2008. С. 72–77.

Власенко А. Д., Распопов В. М., Лагунова В. С. и др. Оценка состояния запасов осетра в Каспийском море и прогноз его вылова на 2003 г. // Рыбохозяйственные исследования на Каспии. Результаты НИР за 2001 г. Астрахань, 2002. С. 156–168.

Гулин В. В. Дифференцированная оценка величины общей, промысловой и естественной смертности у рыб в зависимости от их пола и возраста с учетом специфики внутренних водоемов // Сб. науч.-техн. информации ВНИРО. 1967. Вып. 11. С. 18–23.

Гулин В. В. Теоретическое обоснование и практическая разработка методов оценки общей, промысловой и естественной смертности у рыб // Изв. ГосНИОРХ. 1971. Вып. 73. С. 239–251.

Державин А. Н. Севрюга *Acipenser stellatus*: биологический очерк // Изв. Бак. инст. ихтиол. лаб. 1922. Т. 1. 393 с.

Державин А. Н. Воспроизводство запасов осетровых. Баку: Изд-во АН АзССР, 1947. 78 с.

Дрягин П. А. Размеры рыб при наступлении половой зрелости // Рыб. хоз-во. 1934. №4. С. 27–29.

Дрягин П. А. Об определении потенциального роста и потенциальных размеров рыб // Изв. ГосНИОРХ. 1948. Т. 29. С. 56–64.

Засосов А. В. Динамика численности промысловых рыб. М.: Пищ. пром-сть, 1976. 312 с.

Зыков Л. А. Метод оценки естественной смертности, дифференцированной по возрасту рыб // Сб. научн. тр. ГосНИОРХ. 1986. Вып. 243. С. 14–21.

Зыков Л. А. Динамика численности и рациональное использование запасов пеляди озера Ендырь-Согомский: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Ленинград, 1987. 32 с.

Зыков Л. А. Биозкологические и рыбохозяйственные аспекты теории естественной смертности рыб. Астрахань: Изд-во Астрахан. госу-та, 2005. 373 с.

Зыков Л. А. Биозкологические и рыбохозяйственные аспекты теории естественной смертности рыб: Автореф. дис. ... докт. биол. наук. Астрахань, 2006. 58 с.

Зыков Л. А. Определение объемов искусственного воспроизводства каспийского лосося, обеспечивающих формирование его запасов в соответствии с кормовой продуктивностью Каспийского моря // Тез. докл. конф. «Комплексный подход к проблеме сохранения биоресурсов Каспийского бассейна. Астрахань, 2008. С. 355.

Зыков Л. А. Оценка промыслового возврата каспийской белуги *Huso huso* L. от молоди искусственного воспроизводства // Вопр. рыболовства. 2011. № 2. С. 64–86.

Зыков Л. А., Зыкова Г. Ф. Оценка промыслового возврата судака Цимлянского водохранилища от молоди искусственного воспроизводства // Докл. Межд. науч.-практ. конф. посв. 50-летию Волгоград. отд. ГосНИОРХ. Волгоград, 2007. С. 112.

Зыков Л. А., Зыкова Г. Ф., Алтуфьев Ю. В., Курочкина Т. Ф. Оценка оптимальных объемов искусственного воспроизводства каспийского лосося исходя из продукции его кормовой базы // Тр. Всерос. конф. посв. 15-летию кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности АГУ. Астрахань, 2008. С. 38–39.

Зыков Л. А., Иванов В. П., Алтуфьев Ю. А., Курочкина Т. Ф. Оценка ущерба, наносимого рыбному хозяйству от гибели молоди рыб при разработке и эксплуатации нефтяных месторождений // Юж.-Рос. вестн. геологии, геогр. и глоб. энергии. 2006. №1 (14). С. 38–39.

Зыков Л. А., Распопов В. М. Опыт оценки перспективных объектов искусственного воспроизводства на основе биолого-продукционных характеристик популяций // Тр. междупар. симп. «Тепловодная аквакультура и биологическая продуктивность водоемов аридного комплекса». Астрахань, 2007. С. 263–268.

Зыков Л. А., Слепокуров В. А. Уравнение для оценки коэффициентов естественной смертности рыб (на примере пеляди оз. Ендырь-Согомский) // Рыб. хоз-во. 1983. №3. С. 36–37.

Зыкова Г. Ф. Продукция сибирской плотвы реки Обь // Вопр. ихтиологии. 1993. Т. 33. Вып. 6. С. 799–803.

Зыкова Г. Ф. Разработка методов и подходов к оценке незаконного изъятия осетровых рыб // Матер. II Междунар. семинара «Методы оценки западного осетроводства и определение ОДУ». Астрахань, 2004. С. 111–113.

Зыкова Г. Ф., Журилева О. Л., Красиков Е. В. Оценка неучтенного и бракопьерского вылова русского осетра в р. Волге и Каспийском море // Матер. Междунар. конф. «Осетровые на рубеже XXI в.». Астрахань, 2000. С. 54–56.

Зыкова Г. Ф., Зыков Л. А. К методике определения промыслового возврата сиговых, выращиваемых в магистральных рыбопитомниках р. Оби // Изв. ГосНИОРХ. 1989. Т. 302. С. 38–47.

Зыкова Г. Ф., Зыков Л. А., Сливка А. П. и др. Опыт моделирования динамики численности структуры стад каспийских осетровых // Тез. докладов VII съезда ВГБО. Казань, 1990. С. 190–192.

Иванов В. П., Мажник А. Ю. Рыбное хозяйство Каспийского бассейна. Белая книга. М.: Рыб. хоз-во, 1997. 40 с.

Иванов В. П., Зыков Л. А. Динамика уловов и запасов тюлек Каспийского моря // Юг России: Экология, развитие. 2009. №3. С. 50–53.

Казанчеев Е. Н. Рыбы Каспийского моря. М.: Рыб. хоз-во, 1963. 180 с.

Казанчеев Е. П. Рыбы Каспийского моря. М.: Лег. и пищ. пром-сть, 1981. 167 с.

Каспийское море. Ихтиофауна и промысловые ресурсы. М.: Наука, 1989. 189 с.

Кожин Н. И. Коэффициент промыслового возврата // Тр. ВНИРО. 1951. Т. 19. С. 22–29.

Коробочкина З. С. Основные этапы развития промысла осетровых в Каспийском бассейне // Там же. 1964. Т. 52. С. 59–86.

Коробочкина З. С. Длительность речного периода жизни у молоди осетровых. // Тр. ЦНИОРХ. 1970. Т. 2. С. 59–86.

Левин А. В. Выживаемость молоди некоторых поколений осетра в Каспийском море. // Матер. Междунар. науч.-практ. конф. «Комплексный подход к пробле-

ме сохранения и восстановления биоресурсов Каспийского бассейна», Астрахань, 2008. С. 119–121.

Максименко В. П., Антонов Н. П. Оценка естественной смертности у морских промысловых популяций рыб Камчатского шельфа // *Вопр. рыболовства*. 2002. № 3(11). С. 450–463.

Мельничук Г. Л. Экология питания, пищевые потребности и баланс энергии молоди рыб водохранилищ Днепра // *Изв. ГосНИОРХ*. 1975. Т. 101. 246 с.

Мельничук Г. Л. Некоторые аспекты современного изучения питания рыб во внутренних водоемах // *Сб. науч. тр. ГосНИОРХ*. 1984. Вып. 222. С. 3.

Мина М. В., Клевезаль Г. А. Рост животных, анализ на уровне организма. М.: Наука, 1976. 291 с.

Павлов А. В., Елизаров Г. А. О повторном созревании волжского осетра // *Тр. ЦНИОРХ*. 1970. Т. 2. С. 52–56.

Пискунов И. А. Материалы по биологии осетра и севрюги в морской период жизни // Там же. 1970. Т. 2. С. 74–86.

Рикер У. Е. Биостатистический метод А. Н. Державина // *Рыб. хоз-во*. 1970. № 10. С. 6–9; № 11. С. 5–7.

Рикер У. Е. Методы оценки и интерпретация биологических показателей популяций рыб. М.: Пищ. пром-сть, 1979. 408 с.

Романов А. А., Журавлева О. Л., Ходоревская Р. П. и др. Оценка динамики численности и качественных показателей производителей осетровых, мигрирующих к местам размножения дельты р. Волги // *Сб. тр. КаспНИРХа «Рыбохозяйственные исследования на Каспии. Результаты НИР за 2005 г.»*, Астрахань, 2006. С. 178–186.

Судаков Г. А., Власенко А. Д., Ходоревская Р. П. Формирование промысловых запасов осетровых в Волго-Каспийском бассейне // *Матер. Междунар. науч.-практ. конф. «Комплексный подход к проблеме сохранения и восстановления биоресурсов Каспийского бассейна»*. Астрахань, 2008. С. 153–157.

Тюрин П. В. «Нормальные» кривые переживания и темпов естественной смертности рыб как основа регулирования рыболовства // *Изв. ГосНИОРХ*. 1972. Т. 71. С. 71–127.

Ходоревская Р. П., Рубан Г. И., Павлов Д. С. Поведение, миграции, распределение и запасы осетровых рыб Волго-Каспийского бассейна. М.: Тов-во науч. изданий КМК, 2007. 242 с.

Цепкин Е. А., Соколов Л. И. О максимальных размерах и возрасте некоторых осетровых рыб // *Вопр. ихтиологии*. 1971. Т. 11. Вып. 3(68). С. 216–220.

Черфас Б. И. Рыбоводство в естественных водоемах. М.: Пищ. пром-сть, 1950. 215 с.

Чугунов Н. Л., Чугунова Н. И. Сравнительная промыслово-биологическая характеристика осетровых Азовского моря // *Тр. ВНИРО*. 1960. Т. 52. С. 166.

Шмальгаузен И. И. Рост животных. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1935. С. 8–60.

Шорыгин А. А. Питание и пищевые взаимоотношения рыб Каспийского моря. М.: Пищ. пром-сть, 1952. 268 с.

Fulton T. W. On the rate growth of Fishes // *The 24-th Annual report of the Fishery Board of Scotland*. 1906. V. IV. P. 28–35.

**ESTIMATION OF TRADE RETURN RUSSIAN CASPIAN STURGEON
ACIPENSER GUELLENSTAEDTII
FROM YOUNG FISH OF ARTIFICIAL REPRODUCTION**

© 2013 y. L.A. Zykov, [G.F. Zikova*], M.I. Abramenko**

Astrakhan Branch of the Kazakh Institute of Environmental Design,

Astrakhan, 414041

**Caspian Scientific Research Institute of a Fish Economy,*

Astrakhan, 414000

***Southern Scientific Centre, Russian Academy of Sciences, Rostov-on-Don, 344006*

On the basis of the model describing change of generation number used by a fishing during life cycle, trade return caspian russian sturgeon from fingerling of artificial reproduction taking into account rates of maturity, periodicity of spawning and trade and natural death rate of individuals entering into its structure is defined. The role of artificial reproduction in formation of population abundance and catches structure is estimated. Recommendations about restoration and rational use of its stocks are made.

Keywords: russian sturgeon, artificial reproduction, number, a biomass, population, trade return.