

АКВАКУЛЬТУРА И ИСКУССТВЕННОЕ ВОСПРОИЗВОДСТВО

УДК 639.2.03

**ОЦЕНКА ПРОМЫСЛОВОГО ВОЗВРАТА КАСПИЙСКОЙ СЕВРЮГИ
ACIPENSER STELLATUS ОТ МОЛОДИ ИСКУССТВЕННОГО
ВОСПРОИЗВОДСТВА**

© 2013 г. **Г.Ф. Зыкова¹, Л.А. Зыков², Ф.В. Климов²**

*1 – Каспийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства,
г. Астрахань, 414052*

*2 – Астраханский филиал Казахского института экологического проектирования,
г. Астрахань, 414041*

Статья поступила в редакцию 26.03.2012 г.

Окончательный вариант получен 26.03.2013 г.

На основе модели, описывающей изменение численности используемого промыслом поколения в течение жизненного цикла, определен промысловый возврат севрюги 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 численности популяции и структуры уловов. Даны рекомендации по восстановлению и рациональному использованию ее запасов.

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

ВВЕДЕНИЕ

Севрюга – *Acipenser stellatus* – одна из наиболее ценных промысловых рыб Каспийского бассейна. В период 1932-2003 гг. ее уловы на Каспии колебались от 1,1 до 14,0 тыс. т, в среднем составляя 5,2 тыс. т (Коробочкина, 1964; Иванов, Мажник, 1997; Ходоревская и др., 2007).

После зарегулирования в конце 1950-х гг. стока р. Волги, значительная часть нерестилищ каспийских осетровых и севрюги была утрачена и, начиная с середины 1950-х гг., ее воспроизводство вместе с естественным, поддерживалось искусственным путем, за счет ежегодного выпуска в море 1,2-31,3, в среднем 20,0 млн. экз. мальков, выращиваемых на осетровых рыбоводных заводах дельты рр. Волги, Урал и др. (Каспийское море..., 1989).

Несмотря на меры искусственного воспроизводства, уловы севрюги после 1991 г. начали устойчиво понижаться и в настоящее время достигли своего исторического минимума, близкого к 10,0-12,0 т.

Главной причиной снижения запасов и уловов севрюги в последние десятилетия стал широкомасштабный морской браконьерский промысел, осуществляемый на акваториях 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 севрюги в реках в настоящее время практически полностью прекратилось (Судаков и др., 2008). В создавшихся условиях единственной мерой, позволяющей сохранить, а в перспективе и восстановить запасы севрюги, является искусственное воспроизводство.

Несмотря на длительный опыт осетроводства, сведения о промысловом возврате севрюги от молоди искусственного воспроизводства в литературе ограничены (Биологическая продуктивность..., 1974; Буханевич и др., 1986; Ходоревская и др., 1989; Михайлова, Зюзина, 2007; Усова, Распопов, 2007). В большинстве случаев, этот показатель носит экспертный характер и не всегда учитывает важнейшие факторы, влияющие на его величину.

Целью наших исследований было определение величины промыслового возврата севрюги от молоди искусственного воспроизводства на основе современных теоретических представлений о динамике численности и биомассы поколений в течение периода существования.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Промысловый возврат севрюги рассчитывали на основе дискретной модели, описывающей изменение численности используемого промыслом поколения в течение жизненного цикла (Зыков, 2005, 2008; 2011; Зыков и др., 2006; Зыков, Зыкова, 2007; Зыкова, 1993, Зыкова, Зыков, 1989; Зыкова и др., 1990):

$$N_t = R_{0,5}(1 - v_{m_1} - v_{f_1})(1 - v_{m_2} - v_{f_2})...(1 - v_{m_t} - v_{f_t}); (1),$$

где: N_t – численность поколения севрюги в возрасте t ; $R_{0,5}$ – начальная численность поколения на стадии выращенного сеголетка (численность выращенной на заводах молоди); v_{m_t}, v_{f_t} – коэффициенты годичной естественной и промысловой смертности поколения в возрасте t .

Используемая в наших исследованиях модель (1) предполагает, что в условиях рационально организованного промысла, добыча севрюги в море не ведется, а осуществляется только в реке, во время нерестового хода производителей. При такой организации промысла вылавливаемая рыба, из-за наличия зрелой икры, имеет наиболее высокую товарную ценность, а осетровый промысел остается наиболее рентабельным.

При расчете промыслового возврата севрюги использовали литературные данные (Державин, 1922; Борзенко, 1942; Чугунов, Чугунова, 1964; Каспийское море., 1989) и данные Г.Ф. Зыковой по линейно-весовому росту, характеристикам полового созревания, продолжительности жизни, размерно-весовому составу, объемам искусственного воспроизводства и уловам севрюги за ряд лет.

Входящие в уравнение численности (1) и используемые в расчетах коэффициенты годичной естественной v_{m_t} , промысловой v_{f_t} и общей смертности v_{z_t} определяли как (Зыков, 2005, 2011):

$$v_{m_t} = \frac{n_{m_t}}{N_t}; (2), \quad v_{f_t} = \frac{n_{f_t}}{N_t}; (3),$$

$$v_{z_t} = \frac{n_{m_t} + n_{f_t}}{N_t} = \frac{n_{z_t}}{N_t}; (4),$$

где: n_{m_t} – число особей поколения в возрасте t , погибающих в течение года от действия естественных причин; n_{f_t} – количество особей поколения в возрасте t , попавших в годовой улов (включая официальный, неучтенный и браконьерский

вылов); n_{z_t} - общее количество рыб поколения возраста t , погибающих в течение года в результате вылова и действия естественных причин.

Кроме этого, для оценки степени промыслового изъятия зашедших в реки производителей использовали коэффициент промысловой смертности нерестового стада, величину которого определяли как:

$$v_{fn_t} = \frac{n_{f_t}}{n_{nt}}; \quad (5),$$

где: n_{nt} - численность, зашедших на нерест в реку производителей в возрасте t ; v_{fn_t} - коэффициент промысловой смертности (промыслового изъятия) производителей в возрасте t .

Численность зашедших на нерест производителей n_{nt} рассчитывали исходя из общей численности поколения N_t , темпа полового созревания и периодичности нереста входящих в его состав особей:

$$n_{nt} = \frac{\gamma}{\tau} N_t; \quad (6),$$

где: γ - доля половозрелых рыб в поколении (коэффициент полового созревания поколений); τ - параметр, характеризующий периодичность нереста: если нерест рыб происходит ежегодно $\tau = 1$, если 1 раз в 2 года - $\tau = 2$, если 1 раз в 3 года - $\tau = 3$ и т.д.

Общую численность пришедших на нерест производителей N_n рассчитывали как сумму численности зашедших на нерест поколений отдельных возрастных групп:

$$N_n = \sum_{t_p}^T n_{nt} \quad (7).$$

Равенства (3), (5), (6) показывают, что коэффициент промысловой смертности поколения v_{f_t} (3) и коэффициент промыслового изъятия зашедших на нерест производителей v_{fn_t} находятся между собой в соотношении:

$$v_{f_t} = \frac{\gamma}{\tau} v_{fn_t} \quad (8).$$

Из (8) следует, что если значения коэффициентов γ и τ стремятся к 1, коэффициент изъятия производителей v_{fn_t} стремится к коэффициенту промысловой смертности поколения v_{f_t} . Входящий в (1) коэффициент промысловой смертности поколения v_{f_t} возрастает при увеличении коэффициента изъятия нерестового стада v_{fn_t} , темпа полового созревания γ и снижении периодичности нереста τ .

Согласно литературным и наблюдаемым данным (Державин, 1922; Борзенко, 1942; Чугунов, Чугунова, 1964; Каспийское море..., 1989; данные Г.Ф.Зыковой за 1996-2008 гг.), первое половое созревание севрюги происходит в возрасте 7,0-8,0 лет, и полностью завершается в 14,0 лет. На основе сведений по возрастному составу нерестового стада севрюги за ряд лет (Державин, 1922; Борзенко, 1942;

Чугунов, Чугунова, 1964; Каспийское море..., 1989), при расчете численности и биомассы заходящих на нерест производителей было принято, что в возрасте 7,0 лет половозрелыми становится 10% особей поколения ($\gamma = 0,1$), в возрасте 8 лет – 20% ($\gamma=0,2$), 9 лет – 35% ($\gamma = 0,35$), 10 лет – 50% ($\gamma = 0,5$), 11 лет – 70% ($\gamma = 0,70$), 12 лет – 90% ($\gamma = 0,9$), в 13 лет – половозрелыми становятся 100% входящих в состав поколения особей ($\gamma = 1,0$).

В соответствии с литературными данными (Державин, 1922, 1947; Чугунов, Чугунова, 1964; Шубина, 1970; Вещев, 1977; Биологическая продуктивность..., 1974; Каспийское море..., 1989) периодичность нереста у севрюги составляет 1 раз в 2-5 лет. Это означает, что если нерест севрюги происходит 1 раз в 2 года ($\tau=2$), то на нерест в реку, в среднем, приходит 50% половозрелых особей поколения, а оставшиеся 50% нагуливаются в море с гонадами, находящимися на промежуточных стадиях развития. Если периодичность нереста 1 раз в 3 года ($\tau=3$) на нерест приходит 33,3% половозрелых рыб, при периодичности 4 года ($\tau=4$) – нерестится 25% и т.д. Нагуливающиеся в море и пропускающие нерест половозрелые особи, при этом, находятся на промежуточных стадиях развития половых продуктов и составляют резерв нерестового стада.

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

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

где: t_f и T_f - возраст начала и окончания периода промысловой эксплуатации генерации.

Величину улова $n_{f,t}$, получаемого от поколения в возрасте t , определяли исходя из численности зашедших в реку производителей этой возрастной группы, n_{nt} , рассчитанной по (6) и заданному по (5) значению коэффициента промысловой смертности нерестового стада v_{fn_t} :

$$n_{f,t} = v_{fn_t} n_{nt}; \quad (10),$$

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

$$n_{f,t} = v_{fn_t} \frac{\gamma}{\tau} N_t; \quad (11).$$

Под коэффициентом промыслового возврата K_f понимали отношение улова N_f , полученного от поколения в период промысловой эксплуатации к его исходной численности на стадии заводской молоди $R_{0,5}$:

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

Следует отметить, что коэффициент промыслового возврата K_f может также рассчитываться по отношению к фонду отложенной икры, численности выклюнувшихся или скатившихся личинок, численности генерации на других, более

поздних этапах развития и др., (Черфас, 1950; Кожин, 1951). Аналогом понятия промыслового возврата служит биостатистический вылов поколения (Державин, 1922; Риккер, 1970, 1979; Засосов, 1976; Зыкова, Зыков, 1989), а коэффициент промыслового возврата по своему теоретическому смыслу близок к улову на пополнение (Бивертон, Холт, 1969; Засосов, 1976; Риккер, 1979).

В наших исследованиях, для оценки воспроизводительной способности севрюги использовалось также понятие условной популяции N , которая формируется от годового пополнения, равного 1,0 млн. экз. выращенной на заводах молоди (Зыков, 2005, 2011):

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

Поскольку этот показатель характеризует численность популяции, образующейся от ежегодного стабильного пополнения $R_{0,5} = 1,0$ млн. экз., ее величина может рассчитываться простым суммированием численности и биомассы возрастных групп поколения в последующий период его существования (Зыков, 2005), (табл. 2).

Переход к показателям биомассы осуществляли перемножением показателей численности на соответствующие навески возрастных групп:

$$B_t = N_t W_t; \quad (14) \quad B_n = n_t W_t; \quad (15) \quad B_f = n_f W_t; \quad (16),$$

$$Q = \sum_{t_0}^T B_t; \quad (17) \quad Q_n = \sum_{t_f}^T B_n; \quad (18) \quad Q_f = \sum_{t_f}^T B_f; \quad (19),$$

где B_t – биомасса поколения севрюги в возрасте t ; B_n – биомасса зашедших в реку производителей в возрасте t ; B_f – вылов возрастной группы, выраженный в весовых единицах; Q – биомасса популяции, образующейся от заводской молоди; Q_n – биомасса нерестового стада; Q_f – промысловый возврат, выраженный в весовых единицах.

Коэффициенты естественной смертности v_{m_t} , входящие в уравнение численности (1) рассчитывали с помощью модели, учитывающей изменение их значений в течение жизненного цикла в зависимости от возраста (Зыков, Слепокуров, 1983; Зыков, 1986, 1987, 2005, 2011; Зыкова, 1993; Зыкова, Зыков, 1989):

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

где A , k , T^k – константы.

Значения констант A , k , T^k уравнения естественной смертности (20) рассчитывали на основе констант уравнений линейного и весового роста И.И. Шмальгаузена (1935), (Зыков, 2005) и аллометрического соотношения длина – масса:

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

где l , W – длина и масса севрюги в возрасте t ; q , p , α – константы, численно характеризующие среднюю длину и массу рыб в возрасте одного года и

теоретическую массу тела при длине $l = 1$; k , C , β – константы, характеризующие относительную скорость линейного и весового роста рыб, имеющих возраст t или длину l (Мина, Клевезаль, 1976; Зыков, 1986, 2005).

Константы уравнений линейного и весового роста (21)-(23) находятся между собой в соотношениях:

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

Значения констант уравнений линейного и весового роста (21)-(23) рассчитывали на основе литературных данных, по фактическим значениям длины и массы тела севрюги в разных возрастах (Державин, 1922, 1947; Борзенко, 1942; Черфас, 1950; Чугунов, Чугунова, 1964; Пискунов, 1970; Казанчеев, 1963, 1981; данные Г.Ф. Зыковой за 2003-2009 гг.). Расчет велся методом наименьших квадратов с использованием статистических приложений пакета «Microsoft Excel - 2003».

Кривые линейного, весового роста и аллометрического соотношения длина – масса севрюги, построенные по этим данным, показаны на рисунке.

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

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

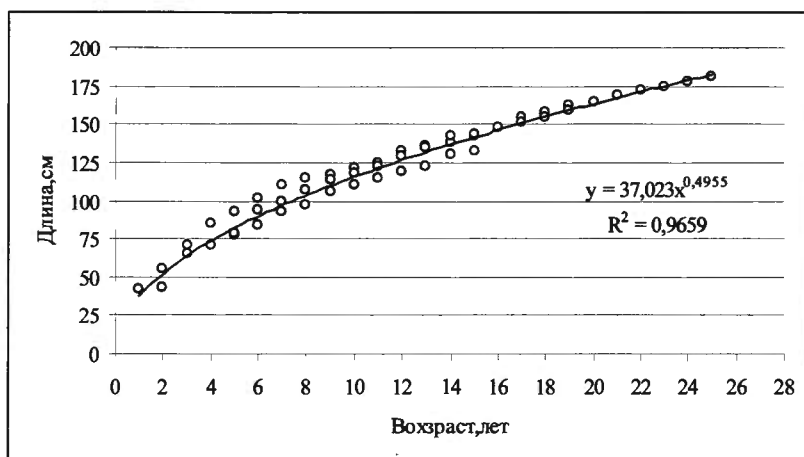
$$t_p = \left(\frac{l_p}{q}\right)^{\frac{1}{k}}; \quad (29), \quad T^k = \frac{L}{q} = \frac{2l_p}{q}; \quad (30), \quad T = \left(\frac{L}{q}\right)^{\frac{1}{k}}; \quad (31),$$

где: v_{mp} – наименьшее значение коэффициента естественной смертности в возрасте полового созревания; t_p – возраст, при котором половозрелыми становятся 50% входящих в поколение созревающих особей; l_p – длина, при которой созревает 50% особей поколения; M_p – мгновенный коэффициент естественной смертности в возрасте полового созревания; L – максимальная биологическая длина рыб в популяции $l_p = 0,5L$; T^k – константа, определяемая по (30); T – максимальный теоретический возраст севрюги.

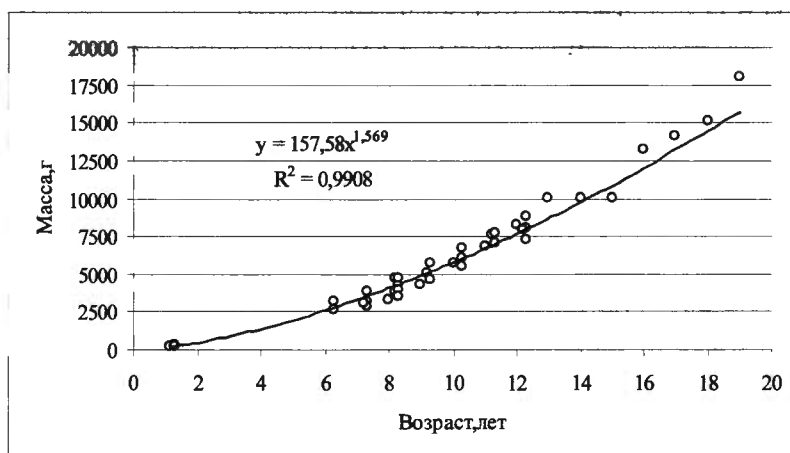
Согласно литературным данным (Державин, 1922; Шубина, 1970; Вещев, 1977; Каспийское море..., 1989), первое половое созревание севрюги происходит при достижении длины 80-90 см, массовое созревание – в возрасте 13-15 лет, при длине 130-150 см. Максимальная длина севрюги в Каспийском море по разным источникам (Державин, 1922; Борзенко, 1942; Соколов, Цепкин, 1969; Цепкин, Соколов, 1971; Казанчеев, 1963, 1981) составляет 190-270 см, масса – 30-63 кг, возраст – 35-41 год.

Исходя из этих данных, в расчетах было принято, что 50% особей поколения севрюги становятся половозрелыми при достижении длины $l_p = 115$ см, а ее максимальные размеры составляют $L = 230$ см, что согласуется с правилом Фультона-Дрягина (Дрягин, 1934, 1948; Fulton, 1906), по которому между этими показателями у рыб сохраняется соотношение $l_p = 0,5L$.

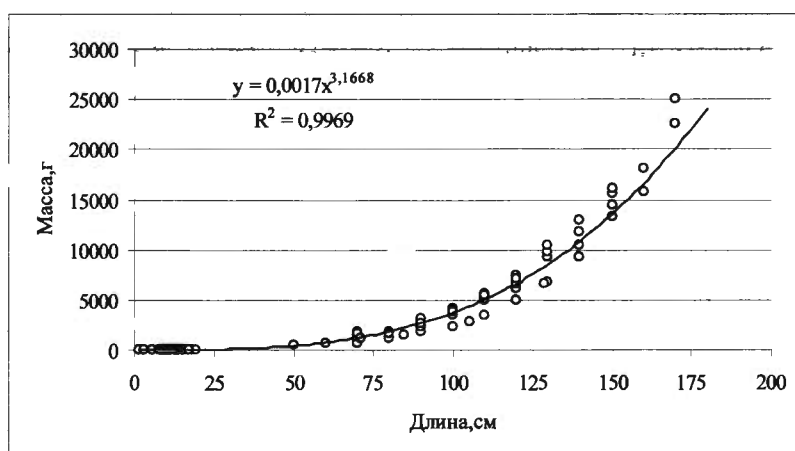
Полученные на основе биологических данных и используемые в расчетах константы и параметры уравнений роста и естественной смертности севрюги приведены в таблице 1.



а



б



в

Рис. Кривые линейного (а), весового (б) роста и аллометрическое соотношение длина – масса севрюги (*Acipenser stellatus* Pallas) (в), построенные на основе уравнения роста И.И. Шмальгаузена (1935).

Fig. Curves of linear (а), weight (б) growth and allometric relationship between stellate sturgeon (*Acipenser stellatus* Pallas) length and mass (в), built on basis of I.I. Shmalgausen growth equation of (1935).

Таблица 1. Значения констант и параметров уравнений роста и естественной смертности севрюги.

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

Константы, параметры	q	k	α	β	p	C	l_p
Значения	37,023	0,4935	0,0017	3,1668	157,6	1,5628	115,0
Константы, параметры	L	t_p	T	M_p	v_{mp}	T^k	A
Значения	230,0	9,94	40,5	0,157	0,145	6,212	0,0886

Полученные в расчетах возраст 50%-го полового созревания $t_p = 9,94$, максимальный возраст $T = 40,5$ года, длина $L = 230,0$ см и масса тела севрюги $W_m = 51,2$ кг, близко соответствуют их фактическим значениям. Расчетная длина годовиков севрюги составляет $q = 37,0$ см, что также согласуется с размерами ее молоди в естественных условиях (Коробочкина, 1970).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты расчета промыслового возврата и структуры популяции севрюги, образующейся от 1,0 млн. экз. выращиваемой на заводах молоди, показаны в таблице 2. При проведении этих расчетов было принято, что периодичность нереста севрюги составляет 3 года, а коэффициент промыслового изъятия зашедших в реку производителей – 50%.

Проведенные расчеты показали, что при 3-х летней периодичности нереста и 50%-м изъятии зашедших на нерест производителей, от 1,0 млн. экз. выращиваемой на заводах молоди образуется условная популяция севрюги численностью 2221,6 тыс. экз. и биомассой 2,118 тыс. т. Основу биомассы популяции составляют поколения, близкие к возрасту полового созревания. Численность нерестового стада, при этом, составляет 33,65 тыс. экз., биомасса – 0,247 тыс. т, что соответствует 1,52% общей численности и 11,6% общей биомассы популяции. В соответствии с выполненными расчетами, коэффициент промыслового возврата K_f севрюги от заводской молоди, при заданных режимах воспроизводства, составил 0,016 или 1,68%, промысловый возврат – 16,83 тыс. экз., или 0,125 тыс. т от 1,0 млн. экз. выращенной на заводах молоди (табл. 2).

Общая годовичная убыль популяции севрюги состоит из промысловых – 16,83 тыс. экз. и естественных потерь – 983,2 тыс. экз., сумма которых равна величине годового пополнения $R_{0,5} = 1,0$ млн. экз. Коэффициент естественной смертности популяции севрюги при заданных режимах воспроизводства и промыслового использования составил $v_{m_i} = 0,443$ или 44,3%, промысловой – $v_{f_i} = 0,0075$ или 0,75%. Годичные естественные потери численности, при этом, существенно превышают величину годового улова. Из этого следует, что естественная смертность является одним из важнейших факторов, влияющих на скорость снижения численности рыб в популяциях. В соответствии с расчетами, выполненным по (20), (26)-(31), коэффициенты естественной смертности севрюги v_{m_i} в течение жизни изменяются по U – образным кривым с минимумом, приходящимся на возраст полового созревания (табл. 2), что соответствует современным теоретическим представлениям о динамике этих коэффициентов в разных возрастах (Гулин, 1967, 1971; Тюрин, 1972; Зыков, 1986, 1987, 2005, 2006,

2011; Зыкова, 1993; Максименко, Антонов, 2002). В соответствии с выражениями (26)-(31), значения коэффициентов естественной смертности зависят от размеров l_p , возраста полового созревания t_p , длины годовиков q , максимальных размеров рыб в популяции $L = 2l_p$, а также относительной скорости линейного и весового роста рыб, выраженной значениями констант k и C уравнений роста (21)-(23). Расчеты, выполненные по (20) показали, что наименьшая величина коэффициента естественной смертности севрюги приходится на возраст $t_p = 9,9$ лет и составляет $v_{mp} = 0,145$ или 14,5% (табл. 2).

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

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

Возраст t , лет	Длина, l , см	Масса, W , кг	$v_{m_{t_i}}$	$v_{f_{t_i}}$	Поклоение (условная популяция)		Нерестовое стадо		Вылов		Естественная смертность	
					тыс. экз.	тыс. т	тыс. экз.	тыс. т	тыс. экз.	тыс. т	тыс. экз.	тыс. т
0,15	14,5	0,008	0,613	-	1000,0	0,008	-	-	-	-	613,1	0,120
1,2	39,7	0,196	0,441	-	386,9	0,076	-	-	-	-	170,5	0,089
2,2	54,0	0,521	0,342	-	216,4	0,113	-	-	-	-	73,95	0,070
3,2	65,2	0,947	0,276	-	142,5	0,135	-	-	-	-	39,25	0,057
4,2	74,7	1,457	0,229	-	103,2	0,150	-	-	-	-	23,64	0,048
5,2	83,1	2,041	0,196	-	79,57	0,162	-	-	-	-	15,60	0,042
6,2	90,7	2,694	0,173	-	63,97	0,172	-	-	-	-	11,08	0,038
7,2	97,7	3,409	0,158	0,5	52,89	0,180	1,763	0,006	0,882	0,003	8,359	0,035
8,2	104,3	4,183	0,149	0,5	43,65	0,183	2,910	0,012	1,455	0,006	6,514	0,033
9,2	110,4	5,012	0,146	0,5	35,68	0,179	4,163	0,021	2,081	0,010	5,197	0,031
10,2	116,2	5,894	0,147	0,5	28,40	0,167	4,734	0,028	2,367	0,014	4,161	0,028
11,2	121,7	6,826	0,151	0,5	21,88	0,149	5,104	0,035	2,552	0,017	3,306	0,026
12,2	127,0	7,807	0,159	0,5	16,02	0,119	4,805	0,038	2,403	0,019	2,548	0,023
13,2	132,0	8,834	0,170	0,5	11,07	0,098	3,689	0,033	1,844	0,016	1,881	0,019
14,2	136,9	9,906	0,183	0,5	7,340	0,073	2,447	0,024	1,223	0,012	1,347	0,015
15,2	141,6	11,02	0,199	0,5	4,770	0,053	1,590	0,018	0,795	0,009	0,951	0,012
16,2	146,1	12,18	0,217	0,5	3,024	0,037	1,008	0,012	0,504	0,007	0,657	0,009
17,2	150,5	13,38	0,237	0,5	1,863	0,025	0,621	0,008	0,311	0,005	0,442	0,006
18,2	154,8	14,62	0,259	0,5	1,111	0,016	0,370	0,005	0,185	0,003	0,287	0,005
19,2	158,9	15,90	0,282	0,5	0,638	0,010	0,213	0,003	0,106	0,002	0,180	0,003
20,2	163,0	17,21	0,307	0,5	0,352	0,006	0,117	0,002	0,059	0,001	0,108	0,002
21,2	166,9	18,57	0,333	0,5	0,185	0,003	0,062	0,001	0,031	0,001	0,062	0,001
22,2	170,8	19,96	0,360	0,5	0,093	0,002	0,031	0,001	0,015	0,000	0,033	0,001
23,2	174,5	21,38	0,389	0,5	0,044	0,001	0,015	0,000	0,007	0,000	0,017	0,000
24,2	178,2	22,84	0,419	0,5	0,019	0,000	0,006	0,000	0,003	0,000	0,008	0,000
25,2	181,8	24,34	0,449	0,5	0,008	0,000	0,003	0,000	0,001	0,000	0,004	0,000
26,2	185,4	25,87	0,481	0,5	0,003	0,000	0,001	0,000	0,001	0,000	0,001	0,000
27,2	188,8	27,43	0,514	0,5	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000
28,2	192,2	29,02	0,548	0,5	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Всего	-	-	-	-	2221,6	2,118	33,65	0,247	16,83	0,125	983,2	0,712

Исследования показали, что размеры годовиков q и относительная скорость линейного k и весового C роста у рыб находятся между собой в обратном соотношении, влияют на величину коэффициентов естественной смертности в

разных возрастах и могут изменяться на внутривидовом эколого-географическом и внутривидовом генеративном уровне (Зыков, 2005, 2006). Более низкая естественная смертность и повышенная выживаемость в период существования наблюдается у поколений, отличающихся ускоренным ростом особей на первом году жизни. Для этих поколений характерен также повышенный выход численности, биомассы и промысловый возврат от единицы пополнения (Зыков, 2005), что важно учитывать при прогнозировании запасов и обосновании размерно-весовых нормативов выращиваемой на заводах молоди.

Соотношения (6), (7), (10) показывают, что получаемый от молоди промысловый возврат N_f зависит от количества выращиваемой на заводах молоди $R_{0,5}$, темпа полового созревания поколений γ , периодичности нереста τ и степени промыслового изъятия заходящих на нерест производителей v_{fn_t} . Влияние на величину промыслового возврата объемов выращивания молоди $R_{0,5}$ и темпа созревания поколений γ достаточно очевидно – получаемый от поколения улов изменяется пропорционально их значениям. Влияние на величину промыслового возврата периодичности нереста τ и коэффициента промыслового изъятия производителей v_{fn_t} показано в таблицах (3)-(4).

Выполненные расчеты показали, что при 50%-м промысловом изъятии нерестового стада и увеличении срока между двумя нерестами с 1 до 5 лет, численность условной популяции севрюги, образующейся от 1,0 млн. экз. заводской молоди, увеличивается с 2 163,2 до 2 245,1 тыс. экз. или на 3,6%, биомасса – с 1,629 до 2,366 тыс. т, или на 31,1%. Одновременно с увеличением запасов и сокращением в половозрелом стаде доли участвующих в размножении рыб, численность заходящих на нерест производителей снижается с 53,9 до 24,4 тыс. экз., биомасса – с 0,313 до 0,194 тыс. т. В соответствии с численностью нерестового стада, промысловый возврат севрюги от 1,0 млн. экз. молоди сокращается с 26,94 до 12,2 тыс. экз. по численности и с 0,156 до 0,099 тыс. т по биомассе, а коэффициент промыслового возврата – от 2,69 до 1,22%. Средний вес севрюги в уловах, при этом, увеличивается с 5,8 до 8,1 кг (табл. 3). Следует отметить, что вопросы, связанные с периодичностью нереста и скоростью созревания половых продуктов каспийских осетровых в морской период, знание которых необходимо при расчете численности заходящих на нерест производителей и оценки ОДУ, изучены недостаточно полно. В литературе имеются лишь ограниченные сведения о том, что в условиях лучшей кормовой обеспеченности время между двумя нерестами у осетровых может сокращаться (Чугунов, Чугунова, 1964).

Промысел является одним из важнейших факторов, влияющих на численность, биомассу и возрастную структуру эксплуатируемой популяции и непосредственно определяющих величину получаемого улова.

Расчеты, выполненные по (1) показали, что при сохраняющейся 3-х летней периодичности нереста и увеличении степени промыслового изъятия заходящих на нерест производителей с 10 до 90%, численность условной популяции севрюги снижается с 2 278,4 до 2 190,6 тыс. экз. или на 3,8 %, биомасса – с 2,744 до 1,842 тыс. т, или в 1,5 раза (табл. 4). Численность нерестового стада сокращается с 50,84 до 24,92 тыс. экз. – в 2 раза, биомасса – с 0,444 до 0,163 тыс. т.

– в 2,7 раза. Промысловый возврат увеличивается по численности с 5,08 до 22,43 тыс. экз. – в 4,4 раза, по биомассе – с 0,046 до 0,147 тыс. т, или 3,2 раза, коэффициент промыслового возврата соответственно повышается с 0,51 до 2,24%, а средний вес производителей в уловах снижается с 9,0 до 6,6 кг (табл. 4). Связь между коэффициентом промыслового изъятия нерестового стада, численностью и биомассой популяции, при этом, носит нелинейный характер.

Таблица 3. Влияние периодичности нереста τ на промысловый возврат, численность и биомассу популяции севрюги ($R_{0,5}=1,0$ млн. экз., $v_{fn_t}=0,5$).

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

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_n тыс. экз.	Q_n тыс. т	N_f тыс. экз.	Q_f тыс. т		ед.	%
1	2163,2	1,629	53,9	0,313	26,94	0,156	5,8	0,0269	2,69
2	2200,4	1,927	41,4	0,281	20,71	0,142	6,8	0,0207	2,07
3	2221,6	2,118	33,7	0,247	16,83	0,125	7,4	0,0168	1,68
4	2235,4	2,264	28,3	0,218	14,15	0,111	7,8	0,0141	1,41
5	2245,1	2,366	24,4	0,194	12,19	0,099	8,1	0,0122	1,22

Таблица 4. Влияние степени облова нерестового стада v_{fn_t} на численность, биомассу популяции и промысловый возврат севрюги ($R_{0,5}=1,0$ млн. экз., $\tau=3$ года).

Table 4. Influence of degree of withdrawal of spawning herd v_{fn_t} on number, a biomass of population and trade return stellate sturgeon ($R_{0,5}=1,0$ million copy, $\tau=3$ years).

Коэффициент промысловой смертности нерестового стада, v_{fn_t} , ед.	Популяция		Нерестовое стадо		Промысловый возврат		Средний вес в улове, кг	Коэффициент промыслового возврата, K_f	
	N тыс. экз.	Q тыс. т	N_n тыс. экз.	Q_n тыс. т	N_f тыс. экз.	Q_f тыс. т		ед.	%
0,1	2278,4	2,744	50,84	0,444	5,08	0,046	9,0	0,0051	0,51
0,2	2260,2	2,533	45,23	0,376	9,05	0,077	8,5	0,0090	0,90
0,3	2245,1	2,366	40,64	0,323	12,19	0,099	8,1	0,0122	1,22
0,4	2232,4	2,233	36,84	0,281	14,73	0,114	7,7	0,0147	1,47
0,5	2221,6	2,118	33,65	0,247	16,83	0,125	7,4	0,0168	1,68
0,6	2212,3	2,035	30,95	0,220	18,57	0,133	7,2	0,0186	1,86
0,7	2204,1	1,960	28,65	0,197	20,05	0,139	6,9	0,0201	2,01
0,8	2197,0	1,897	26,66	0,179	21,32	0,144	6,7	0,0213	2,13
0,9	2190,6	1,842	24,92	0,163	22,43	0,147	6,6	0,0224	2,24

Сведения о промысловом возврате севрюги от молоди заводского воспроизводства в литературе ограничены. По данным А.А. Державина (1947), (Биологическая продуктивность..., 1974) коэффициент промыслового возврата волжской севрюги от заводской молоди находится на уровне 3,0%.

В работе И.Б. Буханевича и др. (1986), на основе изучения возрастного состава поколений севрюги 1959-1969 гг. рождения, представленных в уловах 1970-1980-х гг., методом регрессионного анализа было установлено, что при

увеличении годовых объемов выпуска заводской молоди свыше 10,0 млн. экз. коэффициент промыслового возврата севрюги при колебаниях от 0,07 до 1,3%, в среднем составляет 0,92%.

По данным Р.П. Ходоревской и др. (1989) коэффициент промыслового возврата севрюги в разные периоды воспроизводства был непостоянным. Поколения севрюги 1961-1965 гг. рождения обеспечивали промысловый возврат на уровне 0,95%, поколения 1981-1984 гг. – 1,4%. Промысловый возврат севрюги от 1,0 млн. экз. выращиваемой на заводах молоди в 1986-1990 гг., по ее оценкам составлял около 0,110 тыс. т.

По данным М.В. Михайловой и др. (2007), промысловый возврат севрюги от 1,0 млн. заводской молоди составляет около 0,110 тыс. т, по данным Т.В. Усовой и др. (2007) – 0,166 тыс. т.

Наши исследования показали, что промысловый возврат севрюги от 1,0 млн. экз. выращиваемой на заводах молоди может варьировать в зависимости от периодичности нереста и степени облова заходящих на нерест производителей от 5,08 до 25,94 тыс. экз. и от 0,046 до 0,156 тыс. т, а коэффициент промыслового возврата K_f – от 0,51 до 2,69%, что в целом, хорошо соответствует его значениям, полученным другими исследователями (табл. 2, 3, 4).

Результаты определения величины промыслового возврата севрюги от выращиваемой на заводах молоди (табл. 2, 3, 4) позволили оценить роль искусственного воспроизводства в формировании ее запасов в условиях смешанного (искусственного и естественного) воспроизводства.

В период, предшествующий гидростроительству, воспроизводство севрюги происходило только естественным путем и ее уловы в Каспийском бассейне в период 1932-1961 гг., до зарегулирования стока, при колебаниях от 1,2 до 6,0 тыс. т, в среднем составляли 3,9 тыс. т., в т. ч. р. Волге – 2,2, в р. Урал – 0,6, в водах Азербайджана, Ирана и Туркмении – 1,1 тыс. т (Коробочкина, 1964; Ходоревская и др., 2007).

После зарегулирования стока впадающих в Каспийское море рек, значительная часть нерестилищ осетровых была утрачена и, начиная с 1956 г., воспроизводство севрюги, наряду с естественным, поддерживалось искусственным путем – засчет ежегодного выпуска в море 0,2-31,8, в среднем – 21,2 млн. экз. выращенной на заводах молоди. В условиях смешанного воспроизводства в период 1961-1991 гг., вылов севрюги на Каспии увеличился с 3,9 до 14,5 тыс. т, в среднем до 9,7 тыс. т, или на 58,9%, в т. ч. в р. Волге – с 2,2 до 3,7 тыс. т или на 68,2%, в р. Урал - с 0,6 до 4,9 тыс. т или 8,2 раза.

Расчеты, выполненные с помощью модели (1) и данных таблицы 1, показали, что в период 1970-1980-х гг., при ежегодных среднескользящих объемах искусственного воспроизводства, близких к $R_{0,5} = 21,1$ млн. экз., периодичности нереста и $\tau = 3$ года и коэффициенте промыслового изъятия заходящих на нерест производителей $v_{f_{n_i}} = 0,5$ или 50,0% (Каспийское море..., 1989), в море от выращиваемой на заводах молоди была сформирована популяция севрюги средней численностью 46,8 млн. экз., биомассой 44,7 тыс. т. Численность искусственно сформированного нерестового стада севрюги в этот период находилась в пределах 710,0 тыс. экз., биомасса – 5,18 тыс. т, а величина получаемого от заводской молоди

годового улова (промыслового возврата) – 355,0 тыс. экз., или 2,66 тыс. т, при средней длине и массе вылавливаемой севрюги 125,0 см и 7,5 кг.

Сопоставление этих данных с материалами промысловой статистики показало, что при среднегодовом вылове севрюги в период смешанного воспроизводства 1961-1991 гг., близком к 9,7 тыс. т, доля рыб заводского воспроизводства в ее общем улове составляла 2,66 тыс. т или 27,4%. Из этого следует, что в этот период около 27,4% находящихся в популяции рыб принадлежало искусственному, а 72,6% – естественному воспроизводству. При этом, дополнительный рост уловов севрюги в 1970-1980 - е годы был обусловлен естественным увеличением ее запасов за счет вступления в популяцию высокоурожайных поколений 1957-1970 гг. рождения, сформировавшихся в условиях подъема уровня Каспийского моря и благоприятного гидрологического режима рек на нерестилищах (Каспийское море..., 1989). Этим же объясняется 9 - кратное увеличение вылова севрюги в р. Урал, роль которой в искусственном воспроизводстве осетровых в этот период была незначительной, т. к. объемы ежегодного выращивания молоди осетровых на уральских рыбодонных заводах в эти годы не превышали 1,4-1,6 млн. экз.

Таким же способом, но с использованием метода последовательных итераций, были рассчитаны объемы искусственного воспроизводства, обеспечивающие получение максимального официально зарегистрированного вылова севрюги в Каспийском бассейне на уровне 14,5 тыс. т, отмеченного для периода смешанного воспроизводства 1961-1991 гг. (Ходоревская и др., 2007). Расчеты, выполненные по (1) показали, что при 3-х летней периодичности нереста и 50%-м изъятии заходящих на нерест производителей, ежегодные объемы искусственного воспроизводства, обеспечивающие вылов севрюги на уровне 14,5 тыс. т, должны составлять в среднем 116,7 млн. экз. заводской молоди. Такие масштабы искусственного воспроизводства обеспечивают формирование популяции севрюги общей численностью 259,2 млн. экз., биомассой – 247,1 тыс. т, включая численность заходящих на нерест производителей – 3,93 млн. экз. биомассой – 29,0 тыс. т. Следует отметить, что в условиях искусственного формирования запасов часть производителей, определяемая степенью облова нерестового стада, будет проходить на нерестилища и участвовать в естественном нересте. Годовой улов севрюги в этом случае будет выше расчетного на величину, определяемую эффективностью ее воспроизводства в естественных условиях. Проходящие на нерест производители, участвуя в естественном размножении, при этом, будут составлять резерв, обеспечивающий генетическое разнообразие популяции.

В заключении следует отметить, что в последние годы на Каспии произошли существенные экологические изменения, связанные с вселением в море гребневика – мнемнопсиса *Mnemiopsis leidyi* (Agassiz, 1865). Его интродукция оказала негативное воздействие на биологическую продуктивность Каспийского моря и обеспеченность осетровых рыб пищей. В частности, в результате вселения гребневика, существенно сократились запасы каспийских килек (Иванов, Зыков, 2009), являющихся одним из важных компонентов питания каспийских осетровых (Шорыгин, 1952).

Полученные в наших исследованиях результаты могут использоваться для оценки объемов искусственного воспроизводства, обеспечивающих формирование

запасов и получение уловов севрюги в соответствии с пищевыми потребностями популяции и современной кормовой продуктивностью Каспийского моря (Винберг, 1968, 1979; Мельничук, 1975, 1984; Алимов, 1986; Зыков, 2008, 2010; Зыков, Зыкова и др., 2007, 2008, 2010). Важно также отметить, что процесс искусственного восстановления запасов севрюги носит достаточно длительный характер. Каждое очередное выращенное на рыбозаводах поколение севрюги впервые приходит на нерест в реку через 7, а полностью вступает в промысловое стадо в среднем через 12 лет (табл. 2). В этих условиях особого внимания требует разработка мер, направленных на полное прекращение на Каспии морского браконьерства и неотложное увеличение объемов искусственного воспроизводства осетровых. Необходимо также отметить, что в случае полного прекращения браконьерского промысла и перенесения добычи осетровых в реки, при коэффициенте половой зрелости 16,8% и соотношении полов 1:1 (Борзенко, 1942, Чугунов, Чугунова, 1964) каждая тонна пришедших на нерест производителей севрюги дополнительно к сырой массе выловленной рыбы дает около 84 кг деликатесной черной икры. Это следует учитывать при расчете экономической эффективности системы организации и ведения на Каспии рационального осетрового хозяйства.

ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

1. Промысловый возврат севрюги, полученный от молоди искусственного воспроизводства, зависит от объемов выращивания, темпов полового созревания, периодичности нереста, роста, естественной смертности поколений и степени промыслового изъятия заходящих на нерест производителей.

2. Промысловый возврат севрюги увеличивается, когда период между двумя нерестами производителей сокращается, а объемы выращивания молоди, темпы полового созревания поколений и степень промыслового изъятия нерестового стада возрастают.

3. Одним из важнейших факторов, определяющих численность и биомассу образующейся от молоди популяции севрюги, является естественная смертность. Годичные естественные потери численности популяции намного превышают годовую убыль особей от промысла. Естественные потери снижаются, а численность, биомасса популяции и промысловый возврат увеличиваются, если средние размеры выращиваемой на заводах молоди повышаются.

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

5. Для осуществления мониторинга текущего состояния запасов севрюги необходимо организовать регулярные ихтиологические наблюдения за составом уловов и ее биологическими характеристиками (рост, половое созревание, периодичность нереста, длина и масса выращиваемой молоди и др.), определяющими естественную смертность, численность, биомассу формирующихся от заводской молоди поколений и величину ожидаемого промыслового возврата.

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

7. Следует провести генетические исследования по оценке оптимального соотношения объемов 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. Изд. Акад. наук СССР. Ленинград: Наука, 1986. 230 с.

Бивертон Р., Холт С. Динамика численности промысловых рыб. // Пер. с англ. М.: Пищевая промышленность, 1969. 248 с.

Биологическая продуктивность Каспийского моря. М.: Наука, 1974. 246 с.

Борзенко М.П. Каспийская севрюга (систематика, биология и промысел) // Изв. Азерб. научно - исслед. рыбохоз. станции. 1942. Вып.7. С. 3-114.

Буханевич И.Б., Эрман А.А., Довгопол Г.Ф. Определение коэффициентов промыслового возврата севрюги выращенной на рыбоводных заводах // Рыбн. хозяйство. 1986. №1. С. 49-51.

Вещев П.В. Созревание волжской севрюги // Рыбное хозяйство. №3. 1977. С. 23-26.

Винберг Г.Г. Методы определения продукции водных животных. Минск: Высшая школа, 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. Компл. подход к пробл. сохр. биоресурсов Касп. бассейна. Астрахань, 2008. С. 72-77.

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. научно-технической 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. Бакинской ихтиологической лаборатории. Баку, 1922. Т.1. 393 с.

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

Дрягин П.А. Размеры рыб при наступлении половой зрелости // Рыбн. хозяйство. 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.: Пищевая промышленность, 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. диссерт. на соиск. уч. степени кандид. биол. наук. Ленинград, 1987. 32 с.

Зыков Л.А. Биоэкологические и рыбохозяйственные аспекты теории естественной смертности рыб. Астрахань: Изд-во Астр. госунивер., 2005. 373 с.

Зыков Л.А. Биоэкологические и рыбохозяйственные аспекты теории естественной смертности рыб. Автореф. диссерт. на соиск. уч. степени докт. биолог. 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. Компл. подход к пробл. сохр. биоресурсов Касп. 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. Рост, естественная смертность, баланс энергии, пищевые потребности и продукция белуги Каспийского моря // Тез. докл. IV Межд. научн. конф. памяти проф. Г.Г. Винберга. С-Пб. 2010. С. 76.

Зыков Л.А., Зыкова Г.Ф. Оценка промыслового возврата судака Цимлянского водохранилища от молоди искусственного воспроизводства // Докл. межд. Научно-практ. конф. посв. 50-летию Волгогр. 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. Всеросс. конф. посв. 15-летию каф. Эколог. 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 // Южно - Росс. вестн. геологии, геогр. и глоб. энергии. 2006. №1 (14). С. 36-41.

Зыков Л.А., Распопов В.М. Опыт оценки перспективных объектов искусственного воспроизводства на основе биолого-продукционных характеристик популяций // Тр. межд. симп. Тепловодн. аквакультура и биол. продуктивн. 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) // Рыбн. хозяйство. 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 // Мат. II межд. сем.: Мет. оценки зап. осетр. и опред. ОДУ. Астрахань, 2004. С. 111-113.

Зыкова Г.Ф., Журавлева О.Л., Красиков Е.В. Оценка неучтенного и браконьерского вылова русского осетра в р. Волге и Каспийском море // Материалы 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., Вещев П.В., Довгопол Г.Ф. 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.: Изд. журн. Рыбн. хозяйство. 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.

Казанчев Е.Н. Рыбы Каспийского моря. М.: Рыбн. хозяйство, 1963. 180 с.

Казанчев Е.Н. Рыбы Каспийского моря. М.: Легкая и пищевая промышленность. 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 // Тр. ВНИРО. 1964. Т. 52. С. 59-86.

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

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.

Михайлова М.В., Зюзина Е.А. Актуальные проблемы инновационного развития и инвестиционной привлекательности аквакультуры // Тр. межд. симп. Тепловодная аквакультура и биол. продуктивн. водоемов аридного комплекса. Астрахань, 2007. С. 92-94.

Пискунов И.А. Материалы по биологии осетра и севрюги в морской период жизни // Тр. ЦНИОРХ. 1970. Т. 2. С. 74-86.

Рикер У.Е. Биостатистический метод А.Н. Державина // Рыбн. хозяйство. 1970. № 10. С. 6-9. № 11. С. 5-7.

Рикер У.Е. Методы оценки и интерпретация биологических показателей популяций рыб / Пер. с англ. М.: Пищевая промышленность, 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 // Рыбохоз. иссл. на Каспии. Результаты НИР за 2005 год. Сб. тр. КаспНИРХа. Астрахань, 2006. С. 178-186.

Соколов Л.И., Цепкин Е.А. Севрюга *Acipenser stellatus* (Pallas) в среднем и позднем голоцене // Вопр. ихтиологии. 1969. Т. 9. Вып. 4. С. 587-598.

Судаков Г.А., Власенко А.Д., Ходоревская Р.П. Формирование промысловых запасов осетровых в Волго-Каспийском бассейне // Матер. межд. научн. - практ. конф. Компл. подх. пробл. сохр. восст. бирес. касп. басс. 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.

Усова Т.В., Распопов В.М. Оценка состояния популяции севрюги и ее естественного воспроизводства в Волго-Каспийском бассейне // Тр. межд. симп.

тепловодн. аквакультура и биол. продуктивн. водоемов аридного комплекса. Астрахань, 2007. С. 285-287.

Ходоревская Р.П., Павлов А.В., Довгопол Г.Ф. Роль заводского воспроизводства и формирование промысловых запасов осетровых в Каспийском бассейне. Сб. Осетровое хозяйство водоемов СССР. Астрахань, 1989. С. 327-328.

Ходоревская Р.П., Рубан Г.И., Павлов Д.С. Поведение, миграции, распределение и запасы осетровых рыб Волго-Каспийского бассейна. М.: Товарищество научных 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.: Пищевая промышленность, 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., 1935. С. 8-60.

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

Шубина Т.Н. Биологическая характеристика популяции волжской севрюги в 1958-1965гг. // Тр. ЦНИОРХа, 1970, Т. 2, С. 37-42.

Fulton T.W. On the rate growth of Fishes. The 24-th Annual report of the Fishery Board of Scotland. 1906. VIV. P. 28-35.

ESTIMATION OF TRADE RETURN CASPIAN STELLATE STURGEON *ACIPENSER STELLATUS* FROM YOUNG FISH OF ARTIFICIAL REPRODUCTION

© 2013 y. G.F. Zyкова¹, L.A. Zykov², F.V. Klimov²

1 – The Caspian scientific research institute of a fish economy, Astrakhan

2 – Astrakhan branch of the Kazakh Institute of Environmental Design
(Kazekoprojekt), Astrakhan

On the basis of the model describing change of generation number used by a fishing during life cycle, trade return stellate 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.

Key words: stellate sturgeon, artificial reproduction, number, a biomass, population, trade return.