

АКВАКУЛЬТУРА И ИСКУССТВЕННОЕ ВОСПРОИЗВОДСТВО

УДК 597.423

**ОЦЕНКА ПРОМЫСЛОВОГО ВОЗВРАТА АМУРСКОГО ОСЕТРА
ACIPENSER SCHRENCKII (ACIPENSERIDAE) ОТ МОЛОДИ
ИСКУССТВЕННОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА**

© 2020 г. В. Н. Кошелев¹, Л. А. Зыков²

1 – Хабаровский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (ХабаровскНИРО), Хабаровск, 680000

2 – Астраханский филиал Казахстанского института экологического проектирования,
г. Астрахань, 414041
E-mail: scn74@mail.ru

Поступила в редакцию 09.09.2019

На основе модели, описывающей изменение численности поколений рыб в течение жизненного цикла, рассчитаны запасы и промысловый возврат, получаемый от молоди амурского осетра. Дана оценка эффективности его заводского воспроизводства по сравнению с осетровыми Волго-Каспийского бассейна. Исследовано влияние периодичности нереста и промысловой смертности на образующиеся от молоди запасы и получаемые уловы.

Ключевые слова: амурский осетр, *Acipenser schrenckii*, популяция, искусственное воспроизводство, численность, биомасса, запасы, промысловый возврат.

ВВЕДЕНИЕ

В бассейне и лимане Амура, а также в прибрежных водах Охотского и Японского морей обитают три вида осетровых (Acipenseridae): калуга *Huso dauricus* (Georgi, 1775), амурский *Acipenser schrenckii* Brandt, 1869 и сахалинский осётр *A. mikadoi* Hilgendorf, 1892. Наиболее многочисленным из этих трех видов в уловах всегда был амурский осётр. Его вылов в 1891 г. составил 610 т, или 21,2% уловов промысловых жилых рыб Амура (Крюков, 1894). Снижение уловов осетра в первой половине XX в. привело к введению запрета на его промысел в 1958 г. В связи с неудовлетворительным состоянием популяции осетра, в последние 20 лет Россия осуществляет его искусственное воспроизводство (Хованский, Антипова, 2008; Кошелев и др., 2009; Кошелев, 2010) целью которого является восстановление исторической численности. В настоящее время на Амуре функционируют два осетровых рыбо-

водных завода (ОРЗ) – Владимирский (в 975 км от устья реки), введенный в строй в 2009 г. и Анюйский (750 км), работающий с 2007 г. Выпуск молоди амурского осетра в 1998–2018 гг. находился на уровне 0,015–2,189 млн экз. в год, составляя в среднем 0,885 млн экз.

Искусственное воспроизводство амурского осетра, а также калуги на Амуре в настоящее время развивается без серьезного научного обоснования. В литературе отсутствуют данные о необходимых объемах выращивания этих видов, экологически обоснованных местах выпуска молоди и оптимального расположения ОРЗ. Данные о промысловом возврате от выращиваемой молоди сильно варьируют, носят экспертный характер и представлены в литературе без расчетов (Крыхтин, 1972, 1979; Крыхтин, Горбач, 1994).

Целью нашей работы было определение промыслового возврата амурского осетра от искусственно выращиваемой молоди на

основе современных методов расчета этого показателя.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Исследования выполнены на основе ихтиологических материалов по росту, половому созреванию, продолжительности жизни, размерному и возрастному составу амурского осетра, собранных сотрудниками ХабаровскНИРО и литературным данным (Пробатов, 1935; Свирский, 1967).

Численность поколений амурского осетра, образующихся от молоди искусственного воспроизводства при заданных значениях коэффициентах промысловой и естественной смертности, рассчитывали с помощью модели, описывающей изменение численности поколений рыб в течение жизненного цикла (Зыков, 2005, 2011; Зыков и др., 2019; Зыкова и др., 2013; Zыkov etc., 2018, 2019):

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

где N_t — численность поколения осетра в возрасте t ; $R_{0,5}$ — начальная численность поколения в возрасте сеголетка; $v_{m_1}, v_{m_2} \dots v_{m_t}, v_{f_1}, v_{f_2} \dots v_{f_t}$ — действительные коэффициенты годичной естественной и промысловой смертности отдельных возрастных групп.

Данная модель апробирована на каспийских осетровых и лососевых рыбах — белуге *H. huso*, русском осетре *A. gueldenstaedtii*, шипе *A. nudiventris*, каспийской севрюге *A. stellatus*, ниже-волжской стерляди *A. ruthenus*, каспийском лососе — кумже *Salmo trutta aralensis* и белорыбице *Stenodus leucichthys leucichthys* (Зыков, 2005, 2008, 2011; Зыков и др., 2013, 2015, 2017, 2019; Зыкова и др., 2013; Zыkov etc., 2018, 2019).

При проведении исследований предполагалось, что в соответствии с требованиями рационального рыболовства (Тюрин, 1962, 1967, 1972, 1974) промысел амурского осетра будет вестись в р. Амур и базироваться на добыче впервые созревающих и половозрелых рыб.

Понятия входящих в уравнении численности (1) действительных коэффициентов годичной естественной v_{m_t} , промысловой v_{f_t} и общей смертности v_{z_t} определяли исходя из соотношений (Борисов, Залесских, 1980; Зыков, 2005; Зыков и др., 2019; Зыкова и др., 2013):

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

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

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

где n_{m_t} — число особей поколения в возрасте t , погибающих в течение года от действия естественных причин; n_{f_t} — число особей поколения в возрасте t , попавших в годовой улов (включая официальный, неучтенный и браконьерский вылов); n_{z_t} — общее количество рыб возраста t , погибающих в течение года от воздействия промысла и естественных причин.

По образу жизни амурский осетр является потамодромным видом, нагул которого происходит в водах Амура и Амурского лимана с соленостью до 20‰ (Кошелев, 2010). С осени по весну следующего года он совершает нерестовые миграции (Кошелев, 2013). Вместе с идущими на нерест производителями вверх по реке также мигрируют неполовозрелые и пропускающие нерест особи. В смешанном стаде, в условиях речного промысла, сложно отделить рыб, различающихся степенью зрелости половых продуктов, поэтому в наших исследованиях, в соответствии с требованиями рационального рыболовства (Тюрин, 1962, 1967, 1972, 1974) было принято, что промыслом изымается только половозрелая часть популяции, с незначительным приловом неполовозрелых рыб, достигших размеров полового созревания.

Численность особей поколений, образующих промысловый запас, рассчитывали по формуле:

$$n_{F_i} = N_i \chi \quad (5),$$

где χ — доля особей поколения, входящих в промысловый запас.

В расчетах было принято, что промысловый запас включает всех половозрелых особей, нерестовое стадо, пропускающих нерест производителей и часть неполовозрелых рыб, достигших размеров полового созревания. Численность особей поколений осетра n_{ρ_i} , образующих половозрелого стада, рассчитывали по формуле:

$$n_{\rho_i} = N_i \gamma \quad (6),$$

где γ — доля особей поколений, достигших половой зрелости (определяется по левой части кривых улова нерестового стада), (Зыков, 2005).

Количество производителей возраста t , входящих в состав нерестового стада, рассчитывали по формуле:

$$n_{n_i} = \frac{n_{\rho_i}}{\tau} \quad (7),$$

где τ — показатель периодичности нереста производителей: при $\tau = 1$ нерест ежегодный, при $\tau = 2$ происходит один раз в два года, при $\tau = 3$ — один раз в три года и т.д.

Как следует из выражений (6), (7), между численностью поколения нерестового стада n_{n_i} и его общей численностью N_i сохраняется соотношение:

$$n_{n_i} = \frac{\gamma}{\tau} N_i \quad (8),$$

Помимо коэффициентов промысловой смертности популяции v_{f_i} (3) в наших расчетах использовалось понятие коэффициента промысловой смертности промыслового стада v_{F_i} значения, которого рассчитывали как:

$$v_{F_i} = \frac{n_{f_i}}{n_{F_i}} \quad (9),$$

Из выражений (3) и (9) следует, что коэффициенты v_{F_i} и v_{f_i} связаны между собой соотношением:

$$v_{F_i} = v_{f_i} \frac{n_{F_i}}{N_i} \quad (10).$$

Под промысловым возвратом понимали улов N_f , получаемый от поколения в течение периода промысловой эксплуатации (Державин, 1922; Черфас, 1950; Зыков, 2005; Зыков и др., 2019):

$$N_f = \sum_{t_f}^{T_f} n_{f_i} \quad (11),$$

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

Коэффициент промыслового возврата K_f рассчитывали как отношение улова N_f к начальной численности поколения $R_{0,5}$ в возрасте сеголетка (Державин, 1922; Зыков, 2005, 2011; Зыков и др., 2017):

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

Число особей популяции N_m , погибающих в течение года от действия естественных причин, рассчитывали исходя из соотношения (2) по формулам:

$$n_{m_i} = N_i v_{m_i} \quad (13),$$

$$N_m = \sum_{t_o}^{T_o} n_{m_i} \quad (14),$$

где t_o — возраст первой возрастной группы;

Таким же способом рассчитывали годичную общую убыль популяции N_z , представляющую собой сумму годичных промысловых и естественных потерь особей поколений разных возрастов:

$$N_z = \sum_{t_o}^{T_o} (n_{m_i} + n_{f_i}) = N_m + N_f \quad (15),$$

Вместе с показателями промыслового возврата, в наших исследованиях, для сравнительного изучения абсолютной возрастной структуры, а также биологической и промысловой продуктивности образующихся от молодежи популяций, использовали понятие «условной популяции», которая формируется от пополнения $R_{0,5} = 1,0$ млн экз. сеголетков (Зыков, 2005, 2011; Зыков и др., 2019):

$$N = \sum_{t_o}^T N_i \quad (16).$$

Коэффициенты естественной смертности особей поколений v_{m_i} , входящие в модель численности (1), рассчитывали с помощью уравнения, описывающего изменение их значений в течение жизненного цикла в зависимости от возраста рыб (Максименко, Антонов, 2002; Зыков, 2005, 2011; Зыков и др., 2019; Зыкова, 1993; Зыкова и др., 2013; Zykov etc., 2018, 2019):

$$v_{m_i} = 1 - At^k (T^k - t^k), \quad (17),$$

где A, k, T^k — константы.

Константы A, k, T^k уравнения естественной смертности (2) рассчитывали исходя из значений констант уравнений линейного и весового роста степенного типа (Шмальгаузен, 1935) и аллометрического соотношения длина — масса тела рыб (Зыков, 2005; Зыков и др., 2019; Zykov etc., 2018):

$$l = qt^k \quad (18),$$

$$W = \rho t^c \quad (19),$$

$$W = \alpha l^\beta \quad (20),$$

где l, W — длина и масса тела рыб в возрасте t ; q, ρ, α — константы, характеризующие длину и массу тела годовиков и массу тела рыб при длине $l = 1$; k, c, β — константы, характеризующие относительную скорость линейного и весового роста рыб в возрасте $t = 1$ год или при длине $l = 1$ (Мина, Клевезаль, 1976; Зыков, 2005; Зыков и др., 2019).

Из уравнений (18) — (20) следует, что константы $q, \rho, \alpha, k, c, \beta$ связаны между собой соотношениями:

$$\rho = \alpha q^\beta \quad (21),$$

$$c = \beta k \quad (22).$$

С помощью этих зависимостей константы ρ и c уравнения роста массы (19) можно рассчитывать теоретическим путем, исходя из значений констант q, k, α, β уравнений линейного роста (18) и зависимости длина — масса тела рыб по (20), когда сведения о весовом росте отсутствуют.

Значения констант A, T^k уравнения естественной смертности (13) рассчитывали, исходя из значений констант q, k, c, β уравнений линейного и весового роста, и размерно-возрастных характеристик 50%-го полового созревания амурского осетра l_p и t_p по формулам (Зыков, 2005, 2011; Зыков и др., 2019; Зыкова и др., 2013; Zykov etc., 2018):

$$A = \frac{1 - v_{mp}}{t_p^{2k}} \quad (23),$$

$$v_{mp} = 1 - e^{-M_p} \quad (24),$$

$$M_p = \frac{\beta k}{t_p} = \frac{c}{t_p} \quad (25),$$

$$t_p = \left(\frac{l_p}{q}\right)^{\frac{1}{k}} \quad (26),$$

$$T^k = \frac{L}{q} = \frac{2l_p}{q} \quad (27),$$

$$T = \left(\frac{L}{q}\right)^{\frac{1}{k}} \quad (28),$$

$$T = 2^{\frac{1}{k}} t_p \quad (29).$$

где v_{mp} — наименьшее значение коэффициента естественной смертности поколения рыб в возрасте полового созревания; l_p, t_p — длина и возраст, при которых половозрелыми становятся 50% особей поколения; M_p — мгновенный коэффициент естественной смертности в возрасте 50%-го полового созревания; L — максимальная биологическая длина рыб в популяции $L = 2l_p$ (Дрягин, 1935; Fulton, 1905). T — максимальный возраст, необходимый особям для достижения максимальных биологических размеров L , (28), (Зыков, 2005, 2011; Зыков и др., 2019).

Биомассу популяции и ее отдельных компонентов рассчитывали путем перемножения численности на среднюю массу тела особей соответствующих возрастных групп.

Продукцию P_i , или годовой прирост биомассы поколения, рассчитывали общепринятыми методами (Винберг и др., 1986;

Зыкова, 1993; Зыков, 2005; Алимов и др., 2013; Zykov et al., 2019) по формуле:

$$\rho_t = \frac{(N_t + N_{t+1})}{2} (W_{t+1} - W_t) \quad (30),$$

где N_t, N_{t+1} — численность поколения рыб в начале и конце года; W_t, W_{t+1} — средняя масса тела особей в смежных возрастных группах.

Продукцию популяции Q_p определяли, суммируя годовые приросты массы тела особей отдельных возрастов:

$$Q_p = \sum_{t_0}^T \rho_t \quad (31),$$

Значения ρ/B — коэффициентов отдельных возрастных групп рассчитывали как отношение продукции ρ_t к биомассе поколений B_t :

$$\frac{\rho_t}{B_t} = \frac{\rho_t}{N_t W_t} \quad (32),$$

Величину ρ/B — коэффициента популяции определяли как отношение ее годовой продукции Q_p к общей биомассе Q в начале года:

$$\frac{Q_p}{Q} = \frac{\sum \rho_t}{\sum B_t} \quad (33).$$

Значения констант и параметров уравнений роста, полового созревания и продолжительности жизни амурского осетра, рассчитанные теоретическим путем, близко соответствуют их фактическим значениям.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Кривые линейного, весового роста и аллометрического соотношения длина — масса тела амурского осетра, построенные по фактическим данным длины и массы тела в разных возрастах, показаны на рисунках 1–3.

Значения констант уравнений линейного и весового роста (18) — (20), количественные характеристики полового созревания l_p и t_p а также константы и параметры уравнения естественной смертности (17), полученные на основе кривых линейного и ве-

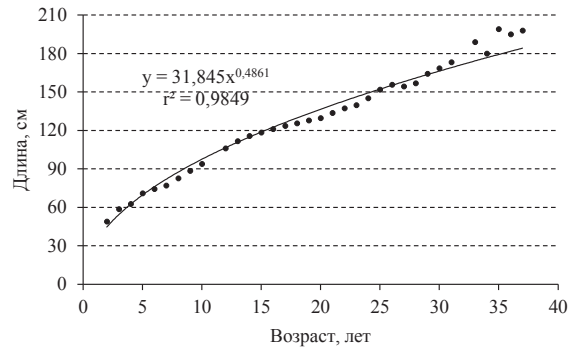


Рис. 1. Кривая линейного роста амурского осетра

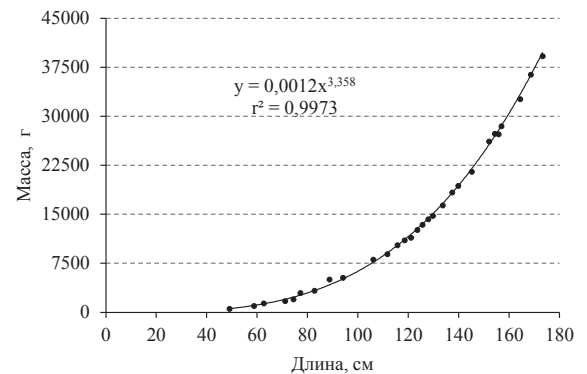


Рис. 2. Кривая аллометрического соотношения длина — масса тела амурского осетра.

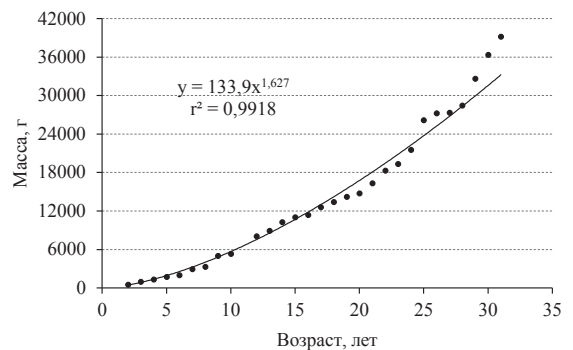


Рис. 3. Кривая роста массы тела амурского осетра.

сового роста (рис. 1–3) амурского осетра приведены в таблице 1.

Расчеты показали, что для амурского осетра характерен быстрый линейный рост молоди на первом году жизни ($q = 31,9$ см), (табл. 1). Длина годовиков амурского осе-

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

Константы, параметры	q	k	a	β	ρ	c	l_p
Значения	31,85	0,4844	0,0012	3,358	133,9	1,627	110,0
Константы, параметры	L	t_p	T	M_p	v_{mp}	T^k	A
Значения	220,0	12,9	54,0	0,126	0,118	6,907	0,0739

тра, при этом составляет 29,0% размеров 50%-го полового созревания ($l_p = 110$ см) и 14,4% максимальной биологической длины ($L = 220$ см). Скорость линейного роста амурского осетра на первом году жизни близка к росту годовиков русского осетра и севрюги Волжско – Каспийского бассейна (Зыков и др., 2013, 2019; Зыкова и др., 2013). Однако, при близких размерах, масса тела годовиков амурского осетра $\rho = 133,9$ г существенно ниже, чем у русского ($\rho = 281,8$ г), но близка к каспийской севрюге ($\rho = 157,6$ г), отличающейся более прогонистой формой тела и удлинённым рострумом (Берг, 1948; Казанчеев, 1981; Беляева и др., 1989; Зыков и др., 2013; Зыкова и др., 2013). Длина $l_p = 110$ см, возраст полового созревания $t_p = 12,8$ года, максимальный возраст $T = 54,0$ года и величина коэффициента естественной смертности амурского осетра в возрасте полового созревания $v_{mp} = 0,118$ близко соответствуют значениям этих показателей у русского осетра и севрюги (Зыков и др., 2013; Зыкова и др., 2013).

Результаты расчета численности, биомассы, продукции, естественной, промысловой смертности и P/B – коэффициентов условной популяции амурского осетра, образующейся от 1,0 млн экз. сеголетков, приведены в таблице 2.

При проведении расчетов было принято, что в промысловое стадо осетр вступает в возрасте 9–13,1 лет при длине 93–110,8 см (табл. 2). Начиная с возраста 18 лет, при длине больше 130 см, после завершения полового созревания, абсолютная возрастная структура, численность и биомасса промыслового стада полностью совпадает

со структурой половозрелой части популяции (табл. 2).

Выполненные расчеты показали, что при четырехлетней периодичности нереста ($\tau = 4$) и 20%-ом изъятии промыслового стада ($v_{F_i} = 0,2$) от годового пополнения сеголетков $R_{0,5} = 1,0$ млн экз. образуется условная популяция амурского осетра общей численностью 2049,7 тыс. экз. биомассой 1752,2 т (табл. 2).

В состав популяции осетра входит промысловое стадо численностью 63,7 тыс. экз. и биомассой 576,9 т. Оно состоит из половозрелого запаса численностью 42,2 тыс. экз., биомассой 394,5 т и, используемой промыслом неполовозрелой части популяции численностью 21,5 тыс. экз., и биомассой 182,4 т, особи которой достигли промысловых размеров и присутствуют в уловах в качестве неизбежного прилова. Половозрелое стадо представлено пропускающими нерест производителями численностью 31,7 тыс. экз. и биомассой 295,9 т с гонадами на промежуточных стадиях зрелости и нерестовым стадом численностью 10,5 тыс. экз., биомассой 98,6 т, производители которого содержат зрелую кондиционную икру (табл. 2).

В соответствии с качественным составом мигрирующего в р. Амур стада, структура улова осетра, составляющего 20% от промыслового запаса, представлена следующими категориями рыб: общий улов – 12,7 тыс. экз. и 115,4 т; общий улов половозрелого стада – 8,44 тыс. экз., 78,9 т; прилов неполовозрелых рыб – 4,3 тыс. экз. и 36,5 т; вылов пропускающих нерест производителей – 6,3 тыс. экз. и 59,2 т; улов производителей нерестового стада с конди-

ОЦЕНКА ПРОМЫСЛОВОГО ВОЗВРАТА АМУРСКОГО ОСЕТРА

Таблица 2. Структура численности и биомассы условной популяции амурского осетра, образующейся от пополнения $R_{0,5} = 1,0$ млн экз. сеголетков (периодичность нереста $\tau = 4$, коэффициент промысловой смертности промыслового стада $v_F = 0,2$ (20%; $t_0 = 0,12$ года)

Возраст t , лет	Длина l , см	Масса W , кг	v_{m_i} , ед.*	Условная популяция		χ , ед.*	Промысловое стадо		γ , ед.***	Половозрелое стадо	
				тыс. экз.	т		тыс. экз.	т		тыс. экз.	т
0,12	11,4	0,004	0,641	1000,0	4,254	0	0	0	0	0	0
1,12	33,6	0,161	0,473	358,5	57,70	0	0	0	0	0	0
2,12	45,8	0,454	0,374	189,0	85,86	0	0	0	0	0	0
3,12	55,3	0,852	0,305	118,3	100,8	0	0	0	0	0	0
4,12	63,2	1,339	0,254	82,24	110,1	0	0	0	0	0	0
5,12	70,3	1,907	0,215	61,35	117,0	0	0	0	0	0	0
6,12	76,6	2,549	0,186	48,14	122,7	0	0	0	0	0	0
7,12	82,4	3,260	0,163	39,20	127,8	0	0	0	0	0	0
8,12	87,8	4,038	0,146	32,80	132,4	0	0	0	0	0	0
9,12	92,9	4,877	0,134	28,00	136,6	0,1	2,800	13,66	0,1	2,800	13,66
10,12	97,7	5,776	0,126	24,07	139,0	0,25	5,923	34,21	0,2	4,738	27,37
11,12	102,3	6,733	0,121	20,72	139,5	0,5	9,767	65,76	0,3	5,860	39,46
12,12	106,6	7,746	0,118	17,81	138,0	0,75	11,42	88,45	0,4	6,090	47,17
13,12	110,8	8,812	0,119	15,23	134,2	1,0	11,14	98,16	0,5	5,570	49,08
14,12	114,8	9,930	0,122	12,91	128,2	1,0	7,587	75,34	0,6	4,552	45,20
15,12	118,7	11,10	0,126	10,82	120,1	1,0	5,146	57,12	0,7	3,603	39,99
16,12	122,4	12,32	0,133	8,949	110,2	1,0	3,466	42,70	0,8	2,773	34,16
17,12	126,1	13,58	0,141	7,280	98,90	1,0	2,311	31,40	0,9	2,080	28,26
18,12	129,6	14,90	0,151	5,813	86,61	1,0	1,522	22,68	1,0	1,522	22,68
19,12	133,0	16,26	0,163	4,545	73,91	1,0	0,987	16,05	1,0	0,987	16,05
20,12	136,3	17,67	0,175	3,503	61,88	1,0	0,629	11,12	1,0	0,629	11,12
21,12	139,6	19,12	0,189	2,655	50,76	1,0	0,393	7,514	1,0	0,393	7,514
22,12	142,7	20,61	0,204	1,976	40,73	1,0	0,240	4,949	1,0	0,240	4,949
23,12	145,8	22,15	0,220	1,442	31,93	1,0	0,143	3,170	1,0	0,143	3,170
24,12	148,8	23,73	0,237	1,028	24,40	1,0	0,083	1,970	1,0	0,083	1,970
25,12	151,8	25,35	0,255	0,716	18,16	1,0	0,047	1,185	1,0	0,047	1,185
26,12	154,7	27,01	0,273	0,486	13,13	1,0	0,026	0,689	1,0	0,026	0,689
27,12	157,5	28,71	0,293	0,321	9,211	1,0	0,013	0,386	1,0	0,013	0,386
28,12	160,3	30,45	0,313	0,205	6,258	1,0	0,007	0,207	1,0	0,007	0,207
29,12	163,1	32,23	0,334	0,127	4,108	1,0	0,003	0,107	1,0	0,003	0,107
30,12	165,8	34,05	0,356	0,076	2,601	1,0	0,002	0,053	1,0	0,002	0,053
31,12	168,4	35,91	0,378	0,044	1,584	1,0	0,001	0,025	1,0	0,001	0,025
32,12	171,0	37,81	0,401	0,024	0,926	1,0	0	0,011	1,0	0	0,011
33,12	173,6	39,74	0,424	0,013	0,518	1,0	0	0,005	1,0	0	0,005
34,12	176,1	41,71	0,449	0,007	0,277	1,0	0	0,002	1,0	0	0,002
35,12	178,6	43,72	0,473	0,003	0,141	1,0	0	0,001	1,0	0	0,001
36,12	181,0	45,76	0,498	0,001	0,068	1,0	0	0	1,0	0	0
37,12	183,4	47,84	0,524	0,001	0,031	1,0	0	0	1,0	0	0
38,12	185,8	49,95	0,550	0	0,013	1,0	0	0	1,0	0	0
39,12	188,1	52,10	0,576	0	0,005	1,0	0	0	1,0	0	0
40,12	190,4	54,28	0,603	0	0,002	1,0	0	0	1,0	0	0
41,12	192,7	56,50	0,631	0	0,001	1,0	0	0	1,0	0	0
Всего	—	—	—	2049,7	1752,2	—	63,7	576,9	—	42,2	394,5

Примечание: v_{m_i} — коэффициент естественной смертности, χ — доля особей промыслового стада, γ — доля половозрелых рыб поколения.

Таблица 2. Окончание

Возраст, лет	Нерестовое стадо		Естественная убыль		Вылов		Общая убыль		Продукция, т	Р/В-коэффициент, ед.
	тыс. экз.	т	тыс. экз.	т	тыс. экз.	т	тыс. экз.	т		
0,12	0	0	641,5	52,99	0	0	641,5	52,99	106,4	1,897
1,12	0	0	169,6	52,17	0	0	169,6	52,17	80,33	1,392
2,12	0	0	70,63	46,14	0	0	70,63	46,14	61,08	0,711
3,12	0	0	36,08	39,52	0	0	36,08	39,52	48,85	0,485
4,12	0	0	20,89	33,91	0	0	20,89	33,91	40,77	0,370
5,12	0	0	13,21	29,44	0	0	13,21	29,44	35,15	0,300
6,12	0	0	8,944	25,98	0	0	8,944	25,98	31,07	0,253
7,12	0	0	6,397	23,34	0	0	6,397	23,34	27,97	0,219
8,12	0	0	4,796	21,38	0	0	4,796	21,38	25,52	0,193
9,12	0,700	3,414	3,750	19,98	0,560	2,731	4,310	22,71	23,25	0,170
10,12	1,185	6,843	2,974	18,60	1,185	6,843	4,159	25,45	20,68	0,151
11,12	1,465	9,864	2,354	17,04	1,953	13,15	4,307	30,19	17,60	0,134
12,12	1,523	11,79	1,803	14,93	2,284	17,69	4,087	32,62	14,05	0,119
13,12	1,392	12,27	1,324	12,41	2,228	19,63	3,552	32,04	10,47	0,107
14,12	1,138	11,30	0,923	9,706	1,517	15,07	2,440	24,77	7,443	0,099
15,12	0,901	10,00	0,651	7,622	1,029	11,42	1,680	19,05	5,248	0,092
16,12	0,693	8,539	0,462	5,978	0,693	8,539	1,155	14,52	3,660	0,086
17,12	0,520	7,065	0,327	4,658	0,462	6,280	0,789	10,94	2,519	0,080
18,12	0,381	5,669	0,230	3,590	0,304	4,536	0,535	8,125	1,707	0,075
19,12	0,247	4,013	0,161	2,724	0,197	3,210	0,358	5,935	1,136	0,071
20,12	0,157	2,779	0,110	2,028	0,126	2,223	0,236	4,251	0,741	0,067
21,12	0,098	1,879	0,074	1,476	0,079	1,503	0,153	2,979	0,473	0,063
22,12	0,060	1,237	0,049	1,047	0,048	0,990	0,097	2,037	0,295	0,060
23,12	0,036	0,793	0,031	0,722	0,029	0,634	0,060	1,356	0,179	0,056
24,12	0,021	0,493	0,020	0,482	0,017	0,394	0,036	0,877	0,105	0,053
25,12	0,012	0,296	0,012	0,312	0,009	0,237	0,021	0,549	0,060	0,051
26,12	0,006	0,172	0,007	0,194	0,005	0,138	0,012	0,332	0,033	0,048
27,12	0,003	0,096	0,004	0,116	0,003	0,077	0,007	0,193	0,018	0,046
28,12	0,002	0,052	0,002	0,067	0,001	0,041	0,003	0,108	0,009	0,043
29,12	0,001	0,027	0,001	0,037	0,001	0,021	0,002	0,058	0,004	0,041
30,12	0	0,013	0,001	0,019	0	0,011	0,001	0,030	0,002	0,039
31,12	0	0,006	0	0,010	0	0,005	0	0,014	0,001	0,038
32,12	0	0,003	0	0,005	0	0,002	0	0,007	0	0,036
33,12	0	0,001	0	0,002	0	0,001	0	0,003	0	0,034
34,12	0	0	0	0,001	0	0	0	0,001	0	0,033
35,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—
36,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—
37,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—
38,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—
39,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—
40,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—
41,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—
Всего	10,5	98,6	987,3	448,6	12,7	115,4	1000,0	564,0	566,9	0,312

диционной икрой и зрелыми половыми продуктами — 2,1 тыс. экз. и 19,7 т (табл. 2).

Годичные естественные потери амурского осетра достаточно велики и составляют 987,3 тыс. экз. и 448,6 т или 48,1% от общей численности $N = 2049,7$ тыс. экз. и 25,6% от общей биомассы $Q = 1752,2$ т популяции, значительно превышая величину получаемого улова $Q_f = 115,4$ т.

При предусмотренных расчетах режимах промысловой эксплуатации, биомасса условной популяции, образующейся от 1,0 млн экз. сеголетков, у амурского осетра составляет 1752,2 т, получаемый улов — 115,4 т, у каспийской севрюги с биомассой условной популяции 2533,0 т улов равен 77,0 т, у русского осетра с биомассой популяции 4242,0 т вылов соответствует 129,0 т (Зыков и др., 2013; Зыкова и др., 2013), (табл. 2).

Таким образом, промысловая продуктивность амурского осетра находится в диапазоне значений этих показателей у каспийских осетровых, а его промысловый возврат (улов от 1,0 млн экз. молоди) наиболее близок к русскому осетру. При этом промысел амурского осетра базируется на смешанном промысловом стаде, включающем половозрелых, неполовозрелых готовых к размножению и пропускающих нерест особей, а промысел каспийских осетровых — только на мигрирующих на нерест зрелых производителей, все самки которых готовы к нересту и имеют зрелую кондиционную икру. В общем улове амурского осетра — 115,4 т, доля готовых к нересту производителей со зрелыми половыми продуктами и кондиционной икрой составляет 19,7 т или 17% вылавливаемых особей (табл. 2).

На биомассу образующейся от молоди условных популяций влияет скорость весового роста особей на первом году жизни. У русского осетра со средней массой тела годовиков $\rho = 282,0$ г биомасса условной популяции составляет 4242,0 т, вылов — 129,0 т (Зыков и др., 2013), у каспийской севрюги с массой тела годовиков $\rho = 157,6$ г биомасса популяции равна 2533,0 т, улов —

77,0 т (Зыкова и др., 2013), у амурского осетра от годовиков массой $\rho = 133,9$ г, образуется условная популяция биомассой 1752,2 т с общим уловом 115,0 т (таблицы 1, 2).

В соответствии с выполненными расчетами, годичная общая убыль численности условной популяции амурского осетра $N_z = 1,0$ млн экз. соответствует величине годового пополнения $R_{0,5} = 1,0$ млн экз., а общая убыль биомассы $Q_z = 564,0$ т — годовой продукции популяции $Q_p = 566,9$ т (табл. 2). Значение P/B — коэффициента, равное 0,312 ед. показывает, что биомасса популяции амурского осетра за счет роста массы тела особей увеличивается в течение года на 31,2% (табл. 2). Такую же величину составляет относительная общая годичная убыль биомассы (табл. 2). Наиболее высокая годичная общая убыль численности и биомассы поколений наблюдается в младших возрастах. Самые высокие значения P/B — коэффициентов у поколений амурского осетра отмечается в раннем возрасте (табл. 2).

Как следует из соотношений (1) — (5), (12), величина промыслового возврата N_f зависит от количества поступающей в водоем молоди $R_{0,5}$, коэффициентов естественной смертности v_{m_i} , темпа полового созревания поколений γ , периодичности нереста τ и степени промыслового изъятия производителей v_{F_i} . Влияние на величину промыслового возврата объемов выращиваемой молоди $R_{0,5}$ естественной смертности и темпа полового созревания поколений γ достаточно очевидно — получаемый от поколения улов изменяется в соответствии с их значениями. Влияние на промысловый возврат периодичности нереста τ и коэффициента промыслового изъятия производителей v_{F_i} показано в таблицах 3 и 4.

Расчеты показали, что при коэффициенте промысловой смертности промыслового стада $v_{F_i} = 0,2$, запасы популяции, промыслового, половозрелого стада, вылов (промысловый возврат) и коэффициент промыслового возврата остаются постоянными, а периодичность нереста τ влияет только на долю в популяции, промысловом и полово-

Таблица 3. Влияние периодичности нереста τ на численность, биомассу популяции и промысловый возврат, амурского осетра ($R_{0,5} = 1,0$ млн экз., $v_F = 0,2$)

Периодичность нереста, лет	Промысловое стадо		Половозрелое стадо		Пропускающие нерест		Нерестовое стадо		Вылов		K_f , ед.
	тыс. экз.	т	тыс. экз.	т	тыс. экз.	т	тыс. экз.	т	тыс. экз.	т	
1,0	63,7	576,9	42,2	394,5	0	0	42,2	394,5	12,7	115,4	0,0127
2,0	63,7	576,9	42,2	394,5	21,1	197,2	21,1	197,3	12,7	115,4	0,0127
3,0	63,7	576,9	42,2	394,5	28,1	263,0	14,1	131,5	12,7	115,4	0,0127
4,0	63,7	576,9	42,2	394,5	31,6	295,8	10,6	98,7	12,7	115,4	0,0127
5,0	63,7	576,9	42,2	394,5	33,8	315,6	8,4	78,9	12,7	115,4	0,0127

Примечание: K_f — коэффициент промыслового возврата, ед.

зрелом стаде участвующих в размножении производителей (табл. 3). Если число лет между двумя нерестами повышается — количество пропускающих нерест производителей увеличивается, а число участвующих в нересте — падает (табл. 3). Суммарное количество входящих в состав нерестового стада и пропускающих нерест половозрелых особей равно численности и биомассе половозрелого стада. Доля производителей нерестового стада в улове, при этом, соответствует их доле в промысловой части популяции. Если промысел базируется только на использовании нерестового стада — при увеличении сроков между двумя нерестами (сокращении периодичности нереста) уловы соответственно снижаются, а запасы популяции увеличиваются (Зыков, 2005, 2011; Зыков и др., 2019). При смешанном режиме рыболовства увеличение сроков между двумя нерестами не влияет на запасы, но сокращение запасов нерестового стада за счет увеличения сроков полового созревания производителей в конечном итоге приводит к снижению популяционной плодовитости, численности продуцируемого потомства и сокращению потенциала естественного воспроизводства популяции.

Промысел является одним из важнейших факторов, оказывающих непосредственное влияние на численность, биомассу,

абсолютную возрастную структуру, продуктивность популяций рыб и величину получаемого улова. Расчеты показали, что при 4-летней периодичности нереста и увеличении коэффициента промысловой смертности промыслового стада с 0 до 90%, численность условной популяции амурского осетра снижается с 2127,9 до 2000,7 тыс. экз., или на 5,9%, биомасса — с 2940,5 до 1269,6 т или в 2,3 раза, естественные потери численности — с 1000,0 до 981,0 тыс. экз., или на 1,9%, потери биомассы — с 674,7 до 381,6 т или на 43,4%. Запасы промыслового стада снижаются с 139,7 до 21,1 тыс. экз., или в 6,6 раза по численности и с 1750,5 до 138,8 т или в 12,6 раза по биомассе, половозрелого стада — с 106,7 до 14,4 тыс. экз. по численности и с 1451,6 т до 91,6 т по биомассе, нерестового стада — с 26,7 до 3,6 тыс. экз. по численности и с 362,9 т до 22,9 т по биомассе, вылов (промысловый возврат) увеличивается с 0 до 19,0 тыс. экз. по численности и с 0 до 124,9 т по биомассе (табл. 4). За счет вылова крупных особей средний вес осетра в уловах снижается 10,3 до 6,3 кг, а коэффициент промыслового возврата за счет снижения среднего веса в уловах увеличивается. Реально значимое увеличение уловов от 0 до 122,4 т происходит при повышении коэффициента промысловой смертности промыслового стада в диапазоне от 0 до $v_F = 0,3$

(30%). Дальнейший рост промысловых нагрузок к существенному увеличению вылова не приводит (табл. 4).

Проведенный таким образом анализ показал, что промысел, ориентированный на использование половозрелого запаса, оказывает на численность, биомассу популяции, половозрелого, нерестового стада, естественную смертность и уловы осетра достаточно существенное влияние, что необходимо учитывать при расчете и прогнозировании ожидаемых значений этих показателей.

В соответствии с приведенными выше данными, объемы искусственного воспроизводства осетра в последние двадцать лет, при колебаниях от 0,015 до 2,189 млн экз., поддерживались на уровне 0,885 млн экз. сеголетков.

Расчеты, выполненные по уравнениям (1) – (29), показали, что ежегодный выпуск в реку $R_{0,5} = 0,855$ млн экз. молоди амурского осетра при 20%-м изъятии промыслового стада и 4-х летней периодичности нереста обеспечивает формирование по-

пуляции численностью $N = 1752,5$ тыс. экз. и биомассой $Q = 1502$ т, с численностью промыслового стада $N_F = 54,4$ тыс. экз., биомассой $Q_F = 493,0$ т, дающей ежегодный вылов $N_f = 10,9$ тыс. экз. биомассой $Q_f = 98,7$ т.

При 3-х летней периодичности нереста и 20%-м изъятии нерестового стада, промысловый возврат каспийской белуги от 1,0 млн экз. молоди составляет 7,4 тыс. экз. и 379,0 т, шипа — 17,0 тыс. экз. и 291,0 т, русского осетра — 14,5 тыс. экз. и 164,0 т, севрюги — 12,2 тыс. экз. и 99,0 т, стерляди — 8,98 тыс. экз. и 9,18 т (Зыков, 2011; Зыков и др., 2013, 2015, 2017; Зыкова и др., 2013). По величине улова $Q_f = 98,7$ т, получаемого от пополнения $R_{0,5} = 0,855$ млн экз., амурский осетр наиболее близок к каспийской севрюге, у которой $Q_f = 99,0$ т.

Необходимо отметить, что узаконенный промысел осетровых на Амуре в настоящее время не ведется и организуется только для целей обеспечения рыбоводства. В этой связи оценить эффективность искусственного воспроизводства

Таблица 4. Влияние промысловой смертности v_f на численность, биомассу популяции и промысловый возврат амурского осетра ($R_{0,5} = 1,0$ млн экз., $\tau = 4$)

v_{F_i}	Условная популяция		Естественная убыль		Промысловое стадо		Половозрелое стадо	
	тыс. экз.	т	тыс. экз.	т	тыс. экз.	т	тыс. экз.	т
0,0	2127,9	2940,5	1000,0	674,7	139,7	1750,5	106,7	1451,6
0,1	2075,9	2100,7	991,1	507,1	88,7	918,3	62,2	685,8
*0,118	2069,9	2016,3	990,2	492,2	83,0	835,2	57,5	612,8
0,2	2049,7	1752,2	987,3	448,6	63,7	576,9	42,2	394,5
0,3	2034,4	1576,1	985,2	422,4	49,3	407,9	31,7	263,1
0,4	2024,3	1472,9	983,9	408,1	40,2	311,5	25,6	195,1
0,5	2017,1	1405,4	983,0	399,1	34,0	250,5	21,7	155,8
0,6	2011,6	1357,4	982,4	392,8	29,4	208,9	19,1	130,8
0,7	2007,3	1321,3	981,8	388,2	26,0	178,8	17,1	113,6
0,8	2003,7	1292,7	981,4	384,5	23,2	156,2	15,6	101,0
0,9	2000,7	1269,6	981,0	381,6	21,1	138,8	14,4	91,6

Примечание: *Соответствует режиму оптимальной промысловой эксплуатации запаса, когда $v_{F_i} = v_{mp}$.

Таблица 4. Окончание

v_F	Пропускающие нерест		Нерестовое стадо		Вылов		Средний вес в улове, кг	K_f , ед.
	тыс. экз.	т	тыс. экз.	т	тыс. экз.	т		
0,0	80,0	1088,7	26,7	362,9	0	0	—	0
0,1	46,7	514,3	15,6	171,4	8,9	91,8	10,3	0,0089
*0,118	43,1	459,6	14,4	153,2	9,8	98,5	10,1	0,0098
0,2	31,6	295,8	10,5	98,6	12,7	115,4	9,1	0,0127
0,3	23,8	197,3	7,9	65,8	14,8	122,4	8,3	0,0148
0,4	19,2	146,4	6,4	48,8	16,1	124,6	7,7	0,0161
0,5	16,3	116,8	5,4	38,9	17,0	125,2	7,4	0,0170
0,6	14,3	98,1	4,8	32,7	17,6	125,3	7,1	0,0176
0,7	12,8	85,2	4,3	28,4	18,2	125,2	6,9	0,0182
0,8	11,7	75,8	3,9	25,3	18,6	125,0	6,7	0,0186
0,9	10,8	68,7	3,6	22,9	19,0	124,9	6,6	0,0190

Примечание: *Соответствует режиму оптимальной промысловой эксплуатации запаса, когда $v_{F_i} = v_{mp}$;

ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

амурского осетра, исходя из величины получаемых уловов, не представляется возможным, поскольку промысловый возврат, образующийся от заводской молоди, полностью изымается браконьерством (Кошелев, Беспалова, 2007).

Следует также отметить, что значения констант уравнений роста и характеристики полового созревания (табл. 1), определяющие форму кривых естественной смертности, у рыб не остаются постоянными и могут изменяться во времени в зависимости от складывающихся условий существования (Зыков, 2005). В соответствии с константами уравнений роста могут изменяться коэффициенты естественной смертности, которые вместе с промысловой смертностью влияют на численность и биомассу формирующихся от молоди поколений и получаемый промысловый возврат. Это должно учитываться при проведении соответствующих рыбохозяйственных исследований.

1. Промысловый возврат амурского осетра, получаемый от молоди искусственного воспроизводства, зависит от количества выпускаемой в речную систему молоди, скорости линейного и весового роста, естественной смертности, размеров, возраста и темпов полового созревания поколений, степени промыслового изъятия промыслового стада.

2. По показателям скорости линейного и весового роста, срокам полового созревания и продолжительности жизни амурский осетр наиболее близок к каспийской севрюге.

3. В течение жизненного цикла численность, абсолютная естественная убыль, продукция и P/B — коэффициенты поколений амурского осетра снижаются, длина и масса тела особей увеличивается, а биомасса изменяются по одновершинным параболическим кривым с максимумом, приходящимся на возраст полового созревания. Коэффициенты естественной смертности осетра в течении жизни изменяются по U -образным кри-

вым с минимумом, также приходящимся на возраст 50%-го полового созревания.

4. В сбалансированной по численности и биомассе популяции амурского осетра годовичные общие потери численности равны величине годового пополнения, а убыль биомассы — годовой продукции популяции.

5. Промысловый возврат амурского осетра повышается, когда объемы выращивания молоди, темпы полового созревания и степень облова нерестового стада увеличиваются, а период между двумя нерестами сокращается.

6. Промысловый возврат амурского осетра, получаемый от 1,0 млн экз. выращиваемой молоди, ниже, чем у каспийской белуги, шипа и русского осетра, но выше чем у нижеволжской стерляди и по своей величине близок к каспийской севрюге.

7. Для контроля биологической структуры, численности и состояния запасов амурского осетра на местах нагула, в районах сезонных концентраций и на путях нерестовых миграций необходимо организовать и регулярно вести соответствующие ихтиологические наблюдения.

8. Для определения объемов искусственного и естественного воспроизводства, обеспечивающих формирование запасов и получение уловов амурского осетра, соответствующих его пищевым потребностям и продукции используемой кормовой базы, необходимо провести специальные гидробиологические, трофологические и ихтиологические исследования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Алимов А.Ф., Богатов В.В., Голубков С.М. Продукционная гидробиология. СПб.: Наука, 2013. 342 с.

Беляева В.Н., Казанчев Е.Н., Распопов В.М и др. Каспийское море. Ихтиофауна и промысловые ресурсы. М.: Наука, 1989. 234 с.

Берг Л.С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. Ч. 1. М.: Изд-во АН СССР, 1948. 488 с.

Борисов В.М., Залесских Л.М. Оценка состояния запасов и степени промысловой эксплуатации печёрской наваги // Сб. науч. тр. ВНИРО. 1980. Т. 140. С. 75—84.

Винберг Г.Г., Алимов А.Ф., Уминов А.А., Норенко Д.С. Продуктивность и рациональное использование озер Еравно-Харгинской системы // Исследование взаимосвязи кормовой базы и рыбопродуктивности на примере озер Забайкалья. Л.: Наука, 1986. 230 с.

Державин А.Н. Севрюга *Acipenser stellatus*. Биологический очерк // Изв. Бакин. ихтиол. лаб. 1922. Т. 1. 393 с.

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

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

Зыков Л.А. Определение объемов искусственного воспроизводства каспийского лосося, обеспечивающих формирование его запасов в соответствии с кормовой продуктивностью Каспийского моря // Матер. Междунар. конф. «450 лет Астрахани». Астрахань, 2008. С. 355—358.

Зыков Л.А. Оценка промыслового возврата каспийской белуги *Huso huso* (L) от молоди искусственного воспроизводства // Вопр. рыболовства. 2011. Т. 12. № 2 (46). С. 64—86.

Зыков Л.А., Зыкова Г.Ф., Абраменко М.И. Оценка промыслового возврата русского осетра *Acipenser gueldenstaedtii* от молоди искусственного воспроизводства // Там же. 2013. Т. 14. № 3 (55). С. 460—477.

Зыков Л.А., Казанский А.Б., Абраменко М.И. Расчет промыслового возврата шипа Каспийского моря *Acipenser nudiventris* от молоди искусственного воспроизводства // Там же. 2015. Т. 16. № 2. С. 148—159.

Зыков Л.А., Герасимов Ю.В., Абраменко М.И. Оценка промыслового возврата стерляди *Acipenser ruthenus* Нижней

Волги от молоди искусственного воспроизводства // Там же. 2017. Т. 18. № 4. С. 422–437.

Зыков Л.А., Герасимов Ю.В., Абраменко М.И., Лебедев Т.Б. Сравнительный анализ биологической и промысловой продуктивности ценных промысловых рыб Каспийского бассейна // Там же. 2019. Т. 20. № 2. С. 137–51.

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

Зыкова Г.Ф., Зыков Л.А., Климов Ф.В. Оценка промыслового возврата каспийской севрюги *Acipenser stellatus* от молоди искусственного воспроизводства // Вопр. рыболовства. 2013. Т. 14 № 2 (54). С. 303–320.

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

Кошелев В.Н. Амурский осетр *Acipenser schrenckii* Brandt, 1869 (распределение, биология, искусственное воспроизводство) // Автореф. дис. ... канд. биол. наук. 2010. М. ВНИРО, 24 с.

Кошелев В.Н. Нерестовые миграции амурского осетра *Acipenser schrenckii*. Структура нерестовой части популяции и состояние гонад слагающих ее особей // Вопросы ихтиологии. 2013. Т. 53. № 2. С. 211–221.

Кошелев В.Н., Евтешина Т.В., Ефимов А.Б., Антипова О.Н. Современное состояние искусственного воспроизводства амурских осетровых и меры по его интенсификации // Вопр. рыболовства. 2009. Т. 10. № 3 (39). С. 545–553.

Крыхтин М.Л. Изменение состава и численности стад калуги *Huso dauricus* (Georgi 1775) и осетра *Acipenser schrenckii* Brandt, 1869 за период запрета промысла в бассейне Амура // Вопр. ихтиологии. 1972. Т. 12. В. 1 (72). С. 3–12.

Крыхтин М.Л. Современное состояние и перспективы развития осетрового хозяйства в бассейне р. Амур // Биологические основы развития осетрового хозяйства в водоемах СССР. 1979. М.: Наука. С. 68–74.

Крыхтин М.Л., Горбач Э.И. Осетровые рыбы Дальнего Востока // Экономическая жизнь Дальнего Востока. 1994. Т. 1. № 3. С. 86–91.

Крюков Н.А. 1894. Некоторые данные о положении рыболовства в Приамурском крае // Записки Приамурского отдела Императорского русского географического общества. Т. 1. Вып. 1. Санкт-Петербург. 87 с.

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

Мина М.Ф., Клевезаль Г.А. Рост животных. М.: Наука, 1976. 291 с.

Пробатов А.Н. Материалы по изучению осетровых рыб Амура // Ученые записки Пермского университета. 1935. Т. 1. Вып. 1. С. 33–72.

Свирский В.Г. Амурский осетр и калуга (систематика, биология, перспективы воспроизводства). Дисс... канд. биол. наук. Владивосток. 1967. 399 с.

Тюрин П.В. Фактор естественной смертности рыб и его значение при регулировании рыболовства // Вопр. ихтиологии. 1962. Т. 2. Вып. 3 (24). С. 403–427.

Тюрин П.В. Биологические обоснования оптимального коэффициента вылова и допустимого предела прилова молоди ценных рыб // Тр. ВНИРО. 1967. Т. 62. С. 26.

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

Тюрин П.В. Теоретические основания рационального регулирования рыболовства // Там же. 1974. Т. 86. С. 7–25.

Хованский И.Е., Антипова О.Н. Искусственное воспроизводство осетровых в Хабаровском крае и Еврейской автономной области: история, современное состояние и перспективы развития // Современное состояние водных биоресурсов. Мат-лы науч.

конф., посвящ. 70-летию С.М. Коновалова. Владивосток: Изд-во ТИНРО-Центр. 2008. С. 811–817.

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

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

Fulton T. W. The rate of growth of fishes // Annu. Rept. Fish. Board Scotland. 1904. V. 22. № 3. P. 141–241.

Zykov L.A., Kurochkina T.F., Na-

sibulina B.M., Attaala M. Ali., Popov N.N. Comparative Assessment of Biological and Fisheries Productivity of Caspian Sturgeons Species. Annual Research & Review in Biology 25 (1). 2018. 1–20.

Zykov L.A., Kurochkina T.F., Nasibulina B.M., Attaala M. Ali., Popov N.N., Shalgymbaeva M.S. Theoretical estimate of energy balance and nutritional needs of the population of russlan sturgeon *Acipenser gueldenstaedtii* in the Caspian Sea. Croatian Journal of Fisheries, 2019. V. 63–76, 77.

ASSESSMENT OF COMMERCIAL RETURN OF AMUR STURGEON *ACIPENSER SCHRENCKII* (ACIPENSERIDAE) FROM ARTIFICIAL REPRODUCTION JUVENILES

© 2020 y. V.N. Koshelev¹, L.A. Zykov²

1 – Khabarovsk branch of the Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, Khabarovsk, 680000

2 – Astrakhan branch of the Kazakhstan Institute of environmental design, Astrakhan, 414041

Based on a model describing changes in the number of fish generations during the life cycle, stocks and commercial returns received from young Amur sturgeon are calculated. The efficiency of its factory reproduction in comparison with sturgeon of the Volga – Caspian basin is estimated. The influence of spawning frequency and fishing mortality on the stocks formed from young fish and the resulting catches is studied.

Keywords: Amur sturgeon, population, artificial reproduction, number, biomass, stocks, commercial return.