

## ПОСТ ВЕРХОГЛЯДА (*CHANODICHTHYS ERYTHROPTERUS* BASILEWSKY, 1855) РЕКИ АМУР

**В.И. Островский, Н.Н. Семенченко**

*Хабаровский филиал ТИНРО-Центра, Амурский бульвар, 13а, Хабаровск, 680000, Россия. E-mail: ostrovkhv@rambler.ru*

Исследовали темп роста верхогляда (*Chanodichthys erythropterus* Basilewsky, 1855) р. Амур. Зависимость длины тела рыб от возраста аппроксимировали уравнением Бергталанфи. Выявлено стабильное уменьшение темпов роста верхогляда в последние годы.

## GROWTH RATES OF SKYGAZER (*CHANODICHTHYS ERYTHROPTERUS* BASILEWSKY, 1855) IN THE AMUR RIVER

**V.I. Ostrovsky, N.N. Semchenko**

*Khabarovsk Branch of Pacific Research Fisheries Center, Amursky Blvd 13a, Khabarovsk, 680028, Russia. E-mail: ostrovkhv@rambler.ru*

Growth rates of skygazer *Chanodichthys erythropterus* (Basilewsky, 1855) in the Amur River were investigated. The body length-age dependence was approximated by the Von Bertalanffy relationship. The stable decreasing of skygazer growth rates are observed last years.

Знание закономерностей роста рыб необходимы как для контроля качества условий жизни рыб, так и для разработки стратегии эксплуатации популяций. Верхогляд (*Chanodichthys erythropterus* Basilewsky, 1855) принадлежит к числу наиболее ценных промысловых рыб бассейна р. Амур, однако его рост изучен сравнительно плохо. Специализированные исследования роста верхогляда единичны (Пробатов, 1935; Васнецов, 1958; Константинов, 1958). Судя по научным отчетам, хранящимся в архиве ХФТИНРО, обратные расчисления длины тела верхогляда в рыбохозяйственных целях проводились многими исследователями, но результаты их работ не опубликованы.

Материал собран в 2004 г. в русле и придаточной системе Нижнего Амура, в районе о-ва Большой Уссурийский (июнь–июль, 162 экз.) и в районе пос. Искра (август, 38 экз.). Рыбу отлавливали трехстенными плавными и ставными сетями с шагом ячеи от 20 до 80 мм. Чешую брали пинцетом над боковой линией в первом или втором ряду от начала переднего края спинного плавника, измеряли под биноклем, при увеличении 2×8. Для нивелирования изменчивости структуры чешуи в качестве ее характеристик использовали средние значения промеров 2–10 чешуй каждой рыбы. Длину тела рыб измеряли от начала рыла до окончания чешуйного покрова (промысловая длина, далее длина).

Полагая, что чешуя верхогляда не пригодна для исследования темпов роста, первые исследования проведены по спилам первых лучей грудного плавника (Пробатов, 1935). Позже, была показана ошибочность данного вывода, было установлено, что коэффициент корреляции ( $r$ ) между оральным радиусом чешуи и длиной тела рыб из разных районов поймки варьирует в пределах 0,84–0,89 (Константинов, 1958), что вполне приемлемо для использования метода обратных расчислений. По нашим данным, в результате стандартизации места отбора проб чешуи на теле рыбы и осреднения ее промеров, зависимость данных параметров оказалась более тесной,  $r=0,96$ .

Самки, как правило, несколько крупнее одновозрастных самцов, но достоверные различия ( $P < 0.05$ ) средней длины выявлены только в возрастных группах 7+ и 8+ лет (рис. 1). Пресноводные рыбы р. Амур наиболее быстро растут летом, поэтому те из них, которые отловлены позже, в среднем, должны быть крупнее одновозрастных рыб, отловленных раньше. Для уменьшения влияния времени отлова рыб на ее размеры, фактические значения промысловой длины заменили расчетными. Зависимость длины рыбы ( $L_r$ , см) от максимального радиуса чешуи ( $r$ ) хорошо ( $R^2=0,932$ ) описывается уравнением  $L_r = 1,705(\pm 0,126) \times r^{0,709(\pm 0,016)}$ . Подставляя в данное уравнение значения радиуса последней зоны сближенных склеритов, рассчитали промысловую длину рыб ко времени окончания формирования последнего годового кольца. После такого выравнивания оказалось, что одновозрастные рыбы разного пола по длине тела практически не различаются, по этой причине анализ роста верхогляда проводили без разделения по полу.

Таблица 1

Значения параметров уравнений описывающих зависимость размера верхогляда р. Амур от возраста

Вариант*	Коэффициенты и их стандартные ошибки			R <sup>2</sup>	n, экз.
	$l_{\infty} \pm s.e.$	$k \pm s.e.$	$t_0 \pm s.e.$		
1	85,956±7,959	0,088±0,016	-2,259±0,389	0,879	200
2	89,100±6,988	0,083±0,012	-1,859±0,271	0,925	200

Примечание. \* – описание вариантов приведено в тексте

Зависимость промысловой длины ( $L_t$ , см) верхогляда р. Амур от возраста ( $T$ , лет) описывали уравнением Берталанфи (Мина, Клевезаль, 1976):  $L_t = l_{\infty} \times (1 - \exp(-k \times (T - t_0)))$ , где  $l_{\infty}$ ,  $k$  и  $t_0$  – коэффициенты, значения которых подбирали итерационными методами. Сравнение результатов описания роста рыб данным уравнением по первичным (вариант 1) и по

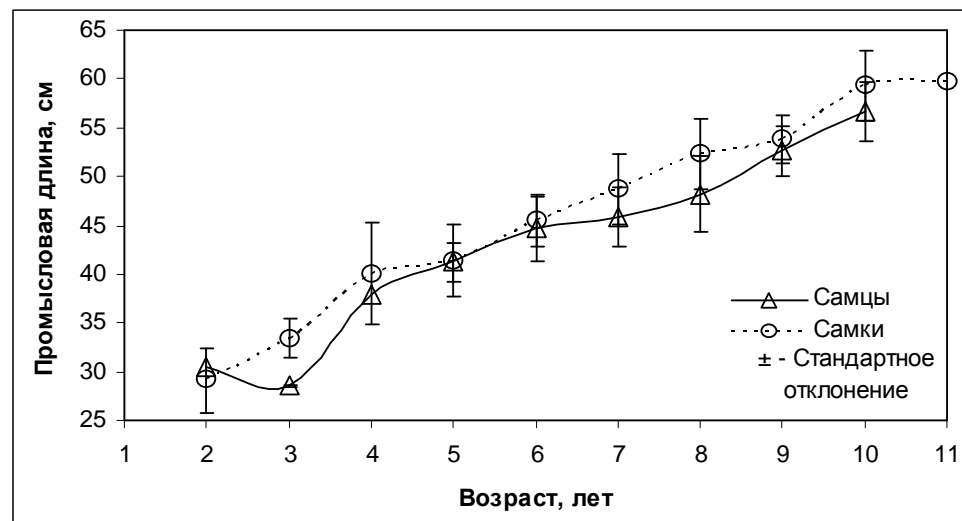


Рис. 1. Зависимость промысловой длины верхогляда от возраста

выровненным данным (вариант 2) свидетельствует о приемлемости обоих способов, но ошибки коэффициентов во втором случае оказались меньше, а детерминация ( $R^2$ ), больше (табл. 1). Верхняя 95 % граница доверительного интервала асимптотической длины тела верхогляда ( $l_{\infty}$ ), в первом и втором вариантах расчета составляет 102 и 103 см, соответственно, что относительно близко к рекордному значению длины рыб этого вида (110,9 см, 1971 г., архив ХфТИНРО).

Таблица 2  
Значения параметров уравнений описывающих зависимость размера верхогляда р. Амур от возраста в различных поколениях

Год выклева (возраст, лет)	Коэффициенты и их стандартные ошибки			$R^2$	п, экз.
	$l_{\infty} \pm s.e.$	$k \pm s.e.$	$t_0 \pm s.e.$		
1989 (15)	87,317±1,323	0,096±0,003	-1,601±0,086	1,000	1
1992 (12)	77,693±3,585	0,101±0,009	-0,845±0,149	0,998	1
1993 (11)	72,680±2,768	0,123±0,011	-1,463±0,175	0,998	4
1994 (10)	69,005±1,200	0,155±0,007	-1,135±0,081	1,000	13
1995 (9)	64,165±1,011	0,173±0,007	-0,984±0,067	1,000	23
1996 (8)	61,409±1,056	0,183±0,008	-1,013±0,067	1,000	29
1997 (7)	58,369±1,105	0,194±0,009	-0,869±0,006	1,000	46
1998 (6)	54,956±0,542	0,227±0,005	-0,685±0,028	1,000	26
1999 (5)	51,029±0,808	0,250±0,010	-1,270±0,039	1,000	20
2000 (4)	65,798±8,277	0,147±0,031	-1,190±0,163	1,000	5

Разновозрастные рыбы, отловленные в одном году, принадлежат к разным поколениям. Условия, влияющие на размерный состав рыб в разные годы, могут существенно различаться. По этой причине исследование не было бы полным без рассмотрения закономерностей роста рыб в отдельных поколениях. Поскольку материал собран в течение одного сезона, такой анализ возможен только на основе использования метода обратных расчетов.

Расчетные значения длины тела одновозрастных рыб смежных поколений различаются слабо, хотя рыбы в старших поколениях несколько крупнее рыб такого же возраста в младших поколениях. Однако во всех возрастных группах изменения длины носили устойчивый, однонаправленный характер. По этой причине, чем больше разность возраста поколений, тем заметнее разность размеров одновозрастных рыб (рис. 2). Значения коэффициентов корреляции возраста поколений с длиной тела одновозрастных рыб в различных возрастных группах варьируют в пределах 0,80–0,99.

Обычно «... при обратном расчислении по чешуе более старшевозрастных рыб полученные данные по первым годовым кольцам оказываются несколько меньше, чем расчисленные по чешуе более молодых рыб.» (Никольский, 1974; стр. 210). Это явление, не имеющее однозначного объяснения, получило название феномена Розы Ли. Оно достаточно отчетливо прослеживается при анализе материалов ХфТИНРО, приведенных в научных отчетах семидесятых годов прошлого века. Полученные нами результаты интересны, прежде всего, тем, что они полностью противоположны описанному феномену – расчетные значения длины тела рыб старших поколений в любом возрасте (не только в раннем) оказались больше, чем значения, рассчитанные для рыб младших поколений.

Аналогично (рис. 2) изменялись не только размеры одновозрастных рыб, но и линейные приросты – у рыб старших поколений приросты любого года (за исключением третьего) были больше, чем у рыб младших поколений. Значения коэффициентов парной корреляции возраста поколений с величинами приростов за различные годы жизни варьировали в пределах от 0,69 до 0,99 (за исключением третьего года,  $r=0$ ). Таким образом, уменьшение размеров тела одновозрастных рыб (рис. 2) в рассматриваемом временном диапазоне вызвано уменьшением темпов роста (приростов) рыб.

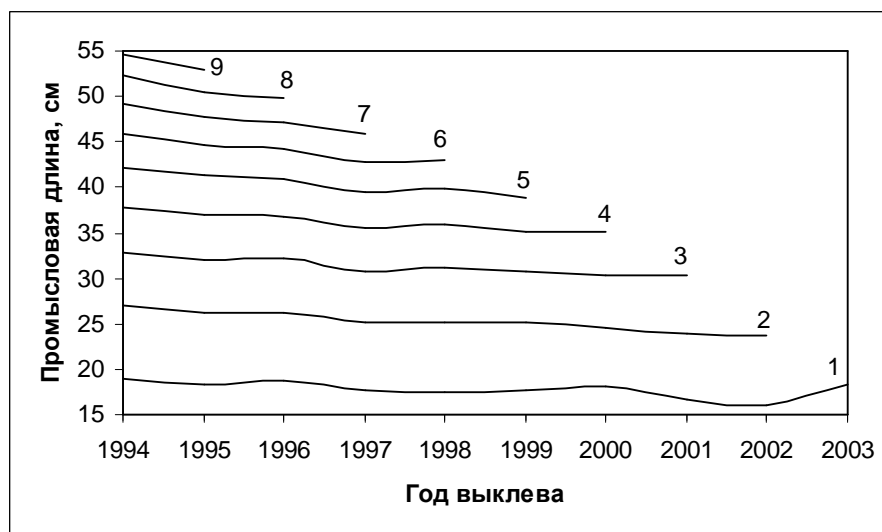


Рис. 2. Изменчивость длины тела одновозрастных рыб различных поколений (цифры на графике – возраст, лет)

При анализах межгодовой изменчивости длины тела и приростов одновозрастных рыб мы не рассматривали поколения старше 10 лет, материала по которым сравнительно мало, а также поколения моложе 3 лет, корреляционный анализ по которым пришлось бы проводить менее чем по трем парам наблюдений.

Кроме уменьшения темпов роста младших поколений, по сравнению со старшими, хорошо выражено замедление роста рыб по мере старения. Оно достаточно отчетливо прослеживается по уменьшению расстояний между «годовыми» линиями (по вертикали), т.е., с увеличением возраста рыб (рис. 2).

Многие исследователи отмечают наличие тесной положительной корреляции радиуса первого годового кольца или приростов первых лет с радиусами годовых колец или размерами тела в последующие годы, что объясняют влиянием условий роста в первый год жизни на рост в последующие годы. Такие связи выявлены и нами. Для проверки гипотезы о влиянии условий роста первых лет на рост в последующие годы мы сравнили радиусы годовых колец, а также приросты первых лет жизни не с размерами тела или чешуи в последующие годы, а с приростами. Закономерной связи данных признаков не выявлено. Таким образом, гипотеза о влиянии темпов роста первых лет жизни на темп роста в последующие годы не подтвердилась. Корреляция радиусов чешуи, размеров тела, приростов в первые годы жизни с окончательными размерами тела одновозрастных рыб или радиусами годовых колец, вероятно, также тривиальна, как и корреляция сумм со слагаемыми.

По причине меньших темпов роста рыб младших поколений, практически все эмпирические кривые роста рыб старших поколений, построенные по результатам обратных расчетов, проходят выше кривых роста младших поколений (рис. 3). Значения коэффициента  $l_{\infty}$  уравнения Бергаланфи (асимптотическая длина тела рыб) в поколениях 1989–1999 гг. (табл. 2) монотонно уменьшаются со средней скоростью около 3,7 см в год (оценено по уравнению линейной регрессии,  $R^2=0,997$ ). Значения коэффициента  $k$ , напротив, монотонно возрастают. Максимальное значение данного коэффициента превосходит минимальное в 2,6 раза.

Возможно рост рыб выклюнувшихся в 2000 г. улучшился (табл. 2), однако ошибки всех коэффициентов уравнения описывающего рост рыб данного поколения слишком велики. В пределах 95 % доверительных интервалов значения всех коэффициентов могут принимать как положительные, так и отрицательные значения, что, несмотря на максимальное значение  $R^2$ , не позволяет сделать вывод об удовлетворительной аппроксимации материала уравнением Бергаланфи.

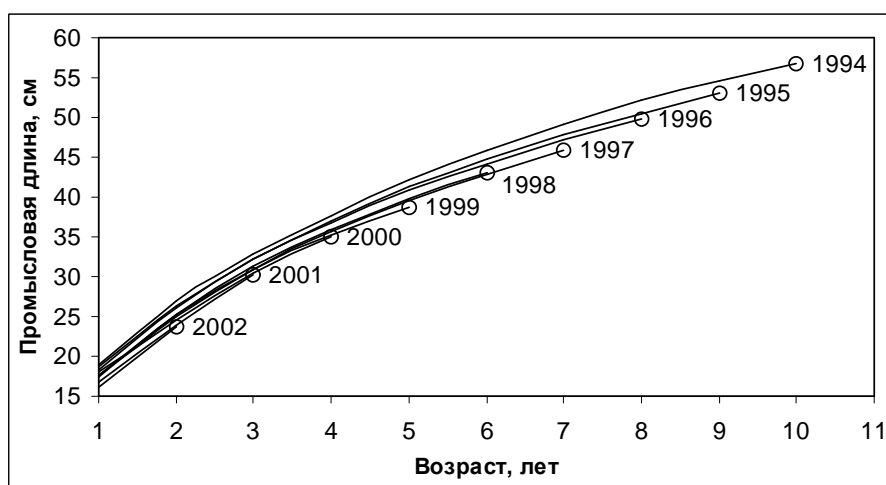


Рис. 3. Кривые роста верхогляда различных поколений (построены по результатам обратных расчетов, кружками помечены окончания линий роста поколений, цифры на графике – год выклева личинок данных поколений)

Таким образом, вероятно, темп роста рыб в каждом конкретном году не только уменьшался с возрастом, но и зависел от условий роста, которые, если судить по изменениям параметров уравнений роста (табл. 2), монотонно ухудшались. Масса тела целой рыбы ( $Q_i$ , г) тесно связана с промысловой длиной ( $L$ , см):  $Q_i=0,008(\pm 0,001) \times L^{3,071(\pm 0,045)}$  ( $R^2=0,967$ ); поэтому для каждого значения длины, найденной по уравнениям, приведенным в таблице 2, можно относительно точно рассчитать среднюю массу тела рыб. Длина и масса тела рыб увеличиваются в течение всей жизни, но, кажущиеся малыми межгодовые изменения темпов линейного роста рыб (рис. 3) могут существенно повлиять на продуктивность вида. Наглядно это можно продемонстрировать на примере связи приростов массы тела рыб, например, с возрастом (рис. 4).

Судя по изменчивости приростов массы тела с возрастом единственного экземпляра пятнадцатилетней рыбы, приросты верхоглядов поколения 1989 г. достигали максимума на одиннадцатом году жизни (длина тела около 61,3 см, масса – 2,46 кг) и составляли в этом возрасте 310 г за год. В дальнейшем приросты снижались, но имели довольно большие значения в течение всей жизни. Прирост массы тела десятилетних верхоглядов (поколение 1994 г.) был максимальным в возрасте семи лет (242 г/год). Длина тела рыб в этом возрасте составляла 49,5 см, масса – 1,28 кг. Уменьшение приростов массы тела пятилетних летних рыб (поколение 1999 г.) началось уже после четвертого года жизни. В этом возрасте приросты составляли 154 г, масса тела рыб – 452 г, длина – 35 см. К одиннадцати годам масса тела рыб этого поколения будет в 2 раза меньше, чем была у рыб такого же возраста поколения 1989 г. Таким образом, даже если численность верхогляда останется на прежнем уровне, его биомасса, вероятно, будет значительно меньше за счет снижения темпов линейного и весового роста.

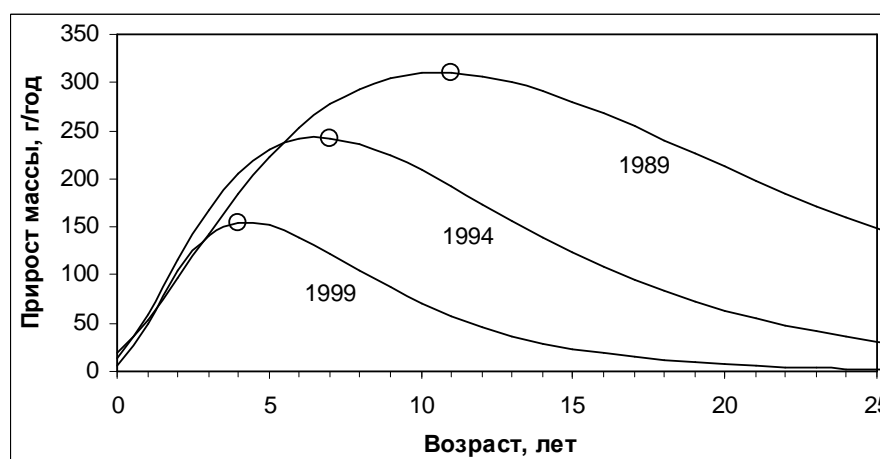


Рис. 4. Зависимость приростов массы тела верхогляда различных поколений от возраста

Возможно, темпы роста верхогляда изменяются, циклически, соответственно изменениям природно-климатических факторов. Однако, не исключено, что в основе их изменения лежат антропогенные факторы, такие как снижение уровня воды в Амуре за счет пожаров, вырубки лесов и, в основном, за счет зарегулирования стока притоков. В последние годы в летние месяцы уровень воды значительно меньше, чем необходимо для длительного затопления поймы реки – обязательного условия высокой продуктивности многих видов амурских рыб, которые являются пищей верхогляда.

Нельзя игнорировать и интенсивное хозяйственное освоение правобережных районов КНР, которое приводит к существенному ухудшению качества воды (Шестеркин, 2000; Кондратьева и др., 2003). Продолжительное воздействие сублетальных уровней токсических веществ приводит к сокращению продолжительности жизни рыб, омоложению популяции за счет гибели рыб старших возрастных групп, замедлению темпов роста и пр. (Кашулин и др., 1999), а производные фенола – компоненты сточных вод ряда производств, оказывают вредное воздействие на рыб при хроническом воздействии даже при небольших концентрациях (Saha et al., 1999). Для выяснения причин снижения темпа роста верхогляда необходимы дальнейшие исследования.

## Литература

- Васнецов В.В. 1958.** Опыт анализа роста рыб реки Амура // Труды Амурской ихтиологической экспедиции 1945–1949 гг. М.: МОИП. Т. 4. С. 7–41.
- Кашулин Н.А., Лукин А.А., Амундсен П.А. 1999.** Рыбы пресных вод субарктики как биоиндикаторы техногенного загрязнения. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН. 142 с.
- Кондратьева Л.М., Чухлебова Л.М., Рапопорт В.Л. 2003.** Экологические аспекты изменения органолептических показателей ихтиофауны р. Амур в зимний период // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. Вып. 2. Владивосток: Дальнаука. С. 311–318.
- Константинов В.Г. 1958.** Возраст и темп роста амурского верхогляда – *Erythroculter erythropterus* (Basilewsky) // Труды Амурской ихтиологической экспедиции 1945–1949 гг. М.: МОИП. Т. 4. С. 103–114.
- Мина М.В., Клевезаль Г.А. 1976.** Рост животных. М.: Наука. 291 с.
- Никольский Г.В. 1974.** Экология рыб. М.: Высшая школа. 367 с.
- Пробатов А.Н. 1935.** О частичковых рыбах Амура // Изв. Пермского биол. научно-исследов. ин-та. Т. 10, вып. 1–2. С. 53–64.
- Шестеркин В.П. 2000.** Влияние р. Сунгари на качество вод Амура // Переход Хабаровского края на модель устойчивого развития: экология, природопользование. Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН. С. 19–27.
- Saha N.C., Bhunia F., Kaviraj A. 1999.** Toxicity of phenol to fish and aquatic ecosystems // Bull. Environ. Contam. and Toxicol. Vol. 63, N 2. P. 195–202.